

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 04 648 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 62 D 6/00  
// B62D 101:00,  
119:00

21 Aktenzeichen: P 44 04 648.0  
22 Anmeldetag: 14. 2. 94  
43 Offenlegungstag: 18. 8. 94

DE 44 04 648 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

15.02.93 JP 5-25191 16.03.93 JP 5-56008  
16.03.93 JP 5-56009

71 Anmelder:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Popp, E., Dipl.-Ing./Dipl.-Wirtsch.-Ing./Dr.rer.pol.;  
Sajda, W., Dipl.-Phys.; Reinländer, C., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Bohnenberger, J., Dipl.-Ing./Dr.phil.nat.,  
80538 München; Bolte, E., Dipl.-Ing.; Möller, F.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 28209 Bremen

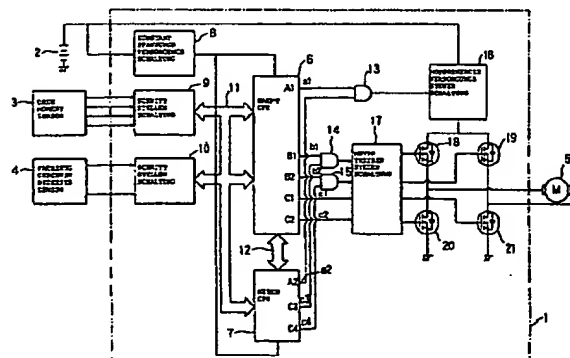
72 Erfinder:

Wada, Shunichi, Himeji, Hyogo, JP; Nishino,  
Kazuhisa, Himeji, Hyogo, JP; Awa, Hirohisa, Himeji,  
Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Steuerung für ein motorgetriebenes Servolenksystem für Kraftfahrzeuge

57 Eine Steuervorrichtung für ein motorgetriebenes Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs zum Steuern eines Elektromotors, der zur Erzeugung eines Lenkhilfedrehmoments vorgesehen ist, umfaßt einen Drehmomentsensor zum Erfassen eines auf einen Lenkmechanismus aufgetragenen Lenkdrehmoments, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zum Erfassen der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, eine mit dem Drehmomentsensor und dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor verbundene Haupt-CPU, um auf der Grundlage der Ausgänge des Drehmomentsensors und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors arithmetisch das von dem Elektromotor zu erzeugende Lenkhilfedrehmoment sowie seine Antriebsrichtung zu bestimmen, um dadurch ein Hilfsdrehmomentsignal und ein Antriebsrichtungssignal zu erzeugen, einen mit der Haupt-CPU verbundenen Motorregler zum Steuern des Betriebs des Elektromotors nach dem von der Haupt-CPU gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Antriebsrichtungssignal, eine mit dem Drehmomentsensor, dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor, und der Haupt-CPU verbundene Neben-CPU zur arithmetischen Bestimmung der Antriebsrichtung des Motors auf der Grundlage der Ausgänge des Drehmomentsensors und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors, um dadurch das von der Haupt-CPU gelieferte Antriebsrichtungssignal mit einem Signal zu vergleichen, das die von der Neben-CPU bestimmte Antriebsrichtung angibt, um ein zweites Antriebsrichtungssignal zu erzeugen, sowie mit den Ausgängen der Haupt- und der Neben-CPU verbundene ...



DE 44 04 648 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Servolenksystemsteuerung oder eine Steuervorrichtung für ein Kraftfahrzeug. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Steuerung für ein motorgetriebenes Servolenksystem, das einen Elektromotor umfaßt, der mechanisch mit einem Lenkmechanismus gekoppelt ist und elektrisch mit einer Hauptenergieversorgung wie einer Bordbatterie verbunden ist, um ein Hilfsdrehmoment zur Unterstützung des Fahrers bei der Handhabung des Lenkrades des Kraftfahrzeugs zu erzeugen.

Steuerungen für motorgetriebene Servolenksysteme des obengenannten Typs sind beispielsweise in der JP-A-H1-267674 (der ungeprüften japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 26764/1988) und der JP-A-H2-249762 offenbart. Bei diesen bekannten Servolenksteuerungen ist eine durch einen einzigen Mikrocomputer ausgeführte Steuerung in der Lage, arithmetisch ein Hilfsdrehmoment, das von einem Elektromotor erzeugt werden soll, sowie die Richtung zu bestimmen, in der der Motor auf der Grundlage eines von einem Fahrer auf ein Lenkrad aufgetragenen Lenkdrehmoments und der Fahrzeuggeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs gedreht werden soll, die jeweils durch einen Sensor erfaßt werden.

Allerdings sind die herkömmlichen Servolenksteuerungen nicht in der Lage, eine hohe Betriebszuverlässigkeit sicherzustellen, da möglicherweise ein Fehlerzustand in dem Mikrocomputer und/oder seinen peripheren Einrichtungen, ein Überlauf der Steuersoftware, eine Fixierung des Ausgangszustands und/oder Ähnliches auftreten. Um dieses Problem zu bewältigen, ist vorstellbar, daß ein zweiter oder ein Nebenprozessor vorgesehen wird, um arithmetisch die Richtung zu bestimmen, in der der Motor zur Erzeugung des Hilfsdrehmoments auf der Grundlage eines Lenkdrehmomentsignals gedreht werden soll, das ein von dem Fahrer auf das Lenkrad aufgetragenes Drehmoment angibt, oder eines Signals, das durch Phasenkompensierung des Lenkdrehmomentsignals erhalten ist, wobei der Hilfsdrehmomentmotor nur dann elektrisch erregt wird, wenn die von dem Hauptprozessor bestimmte Motorantriebsrichtung mit der von dem Nebenprozessor bestimmten Antriebsrichtung übereinstimmt. Allerdings ist ein solches Steuersystem dahingehend nachteilig, daß die von dem Hauptprozessor durchgeführte Motorausgangs-Rückkopplungs-Steuerung beeinträchtigt werden kann, wenn das Entscheidungssignal zur Antriebsrichtungskoinzidenz/-Diskrepanz von dem Nebenprozessor mit einer Zeitverzögerung bezüglich der Zeitsteuerung des Drehmomentsignals und des von dem Hauptprozessor erzeugten Richtungssignals ausgegeben wird, da der Nebenprozessor dazu bestimmt ist, das aus dem direkt in den Nebenprozessor eingegebenen Lenksignal unmittelbar bestimmte Richtungssignal mit dem vorher von dem Hauptprozessor bestimmten Richtungssignal zu vergleichen, der eine Phasenkompensierungseinrichtung zur Bildung des Ausgangssignals von dem Drehmomentsens r umfaßt, ehe es einer Arithmetikoperation unterzogen wird, um das Hilfsdrehmoment und die Antriebsrichtung zu bestimmen. Wird unter diesen Umständen das Lenkrad in eine Richtung gedreht und sofort scharf in die andere Richtung zurückgedreht, dann kann die Erzeugung des Hilfsdrehmoments durch den Motor der von der Steuervorrichtung durchgeführten Steuerung nicht folgen, woraus sich möglicherweise ein Motorausfall und damit ein unkomfortables Lenken er-

gibt. Dieses Problem läßt sich dadurch lösen, daß zwei Hochleistungsprozessoren vorgesehen sind, so daß die obengenannte Zeitverzögerung auf ein Minimum unterdrückt werden kann. In diesem Fall wird die Steuerung kostspielig.

Ein weiteres Problem der Servolenksteuerung, bei der zwei Prozessoren zur Erhöhung der Ausfallsicherheit im Vergleich zu der Steuerung auf der Grundlage eines einzigen Prozessors vorgesehen sind, ist darin zu sehen, daß dann, wenn ein Ausfall oder ein Fehlerzustand in dem Haupt- oder Nebenprozessor stattfindet, die Lenksteueroperation in die oben im Zusammenhang mit der bekannten Vorrichtung erwähnte unerwünschte Situation gelangen kann.

Angesichts des oben beschriebenen Standes der Technik liegt eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Vorrichtung für die Steuerung eines motorgetriebenen Servolenksystems vorzusehen, bei der die Unzulänglichkeiten der bekannten Vorrichtungen sowie die oben erwähnten Probleme gemildert oder gelöst werden können.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, eine Vorrichtung bereitzustellen, die eine hohe Zuverlässigkeit bei der Lenkhilfestuerung und damit eine erhöhte Sicherheit beim Fahren eines Kraftfahrzeugs bereitstellen kann.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt ferner darin, eine Lenksteuerung bereitzustellen, die ohne hohe Folgekosten realisiert werden kann und damit ein verbessertes Kosten-Leistungs-Verhältnis sicherstellt.

Darüber hinaus liegt eine Aufgabe der Erfindung darin, eine Steuerung für ein motorgetriebenes Servolenksystem bereitzustellen, die einen Hauptprozessor und einen Nebenprozessor umfaßt, die selbst dann gegen fehlerhaften Betrieb gesichert werden können, wenn die Lenkrichtung nur vorübergehend geändert wird.

Außerdem ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Lenksteuerung vorzusehen, die eine Diagnosefunktion umfaßt, die in der Lage ist, das Auftreten eines Fehlerzustands in dem Haupt- und/oder Nebenprozessor oder ihrer peripheren Einrichtungen festzustellen und den Betrieb des Motors zur Erzeugung des Hilfsdrehmoments bei Auftreten eines solchen Fehlerzustands oder eines Ausfalls augenblicklich zu stoppen.

In Hinblick auf die obengenannten und weitere Aufgaben, die im Verlauf der Beschreibung deutlich werden, ist nach einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung eine Steuervorrichtung für ein motorgetriebenes Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs vorgesehen, die einen mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbundenen Elektromotor zur Erzeugung eines Hilfsdrehmoments umfaßt, um die Handhabung des Lenkrads des Kraftfahrzeugs zu erleichtern, wobei diese Vorrichtung einen Drehmomentsensor zum Erfassen eines auf einen Lenkmechanismus des Kraftfahrzeugs aufgetragenen Drehmoments aufweist, mit dem der Elektromotor wirksam gekoppelt ist, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zum Erfassen der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, einen ersten Prozessor, der wenigstens mit dem Drehmomentsensor und dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor wirksam verbunden ist, um arithmetisch ein von dem Elektromotor zu erzeugendes Hilfsdrehmoment sowie eine Antriebsrichtung zu bestimmen, in der der Motor aufgrund der Ausgänge des Drehmomentsensors und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors angetrieben werden soll, um dadurch ein Hilfsdrehmomentsignal bzw. ein erstes Antriebsrichtungssignal zu erzeugen, eine mit dem ersten Prozessor

wirksam verbundene Motorantriebs-Steuereinrichtung, um den Betrieb des Elektromotors nach dem Hilfsdrehmoment und dem ersten, von dem ersten Prozessor gelieferten Antriebsrichtungssignal zu steuern, einen zweiten Prozessor, der mit dem Drehmomentsensor und dem ersten Prozessor wirksam verbunden ist, um arithmetisch die Antriebsrichtung des Motors auf der Grundlage von Ausgängen des Drehmomentsensors und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors zu bestimmen, um dadurch das erste, von dem ersten Prozessor gelieferte Antriebsrichtungssignal mit einem Signal zu vergleichen, das die von dem zweiten Prozessor bestimmte Antriebsrichtung angibt, und dadurch ein zweites Antriebsrichtungssignal zu erzeugen, sowie eine Logikschaltung, die mit Ausgängen des ersten und des zweiten Prozessors und der Eingangsseite der Motorantriebs-Steuereinrichtung wirksam verbunden ist, um deren Steuerbetrieb freizugeben, wenn das von dem ersten Prozessor gelieferte Drehmomenthilfssignal und das zweite, von dem zweiten Prozessor gelieferte Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen.

Bei einer bevorzugten Form zur Durchführung der Erfindung kann die Steuerung ferner eine Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung umfassen, die mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbunden ist, um an den ersten und den zweiten Prozessor eine elektrische Energie mit konstanter Spannung zu liefern, sowie eine Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung, um die Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle zu dem Elektromotor zu steuern, wobei der erste Prozessor eine erste Spannungssignal-Erzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines ersten Spannungssignals umfaßt, das eine Ausgangsspannung der Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung angibt, wobei das erste Spannungssignal zu dem zweiten Prozessor übertragen und gleichzeitig zu der Logikschaltung ausgegeben wird, und wobei die zweite Prozesseinrichtung eine zweite Spannungssignal-Erzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines zweiten Spannungssignals umfaßt, das die an den zweiten Prozessor gelieferte Ausgangsspannung der Konstantspannungs-Energieschaltung angibt, sowie einen Vergleichsmodul zum Vergleich des ersten Spannungssignals mit dem zweiten Spannungssignal, um dadurch ein Ausgangssignal zu erzeugen, wenn der Vergleich eine Koinzidenz zwischen dem ersten und dem zweiten Spannungssignal ergibt, und wobei die Logikeinrichtung einen ersten Logikproduktkreis umfaßt, um ein Signal zur Freigabe der Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle über die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung zu dem Elektromotor zu erzeugen, wenn ein Ausgangssignal des ersten Logikproduktkreises eine logische Koinzidenz zwischen dem von dem ersten Prozessor gelieferten ersten Spannungssignal und dem von dem zweiten Prozessor gelieferten Ausgangssignal angibt.

Die oben erwähnte Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung kann durch ein Schaltelement gebildet sein, das in Reaktion auf einen Ausgang der Logikprodukt-einrichtung an- oder ausgeschaltet wird, um dadurch die Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle zu dem Elektromotor nur dann zuzulassen, wenn der Ausgang des ersten Logikproduktkreises eine Koinzidenz zwischen dem ersten Spannungssignal von dem ersten Prozessor und dem entsprechenden Ausgangssignal von dem zweiten Prozessor angibt.

Der Elektromotor wird von der Hauptenergieversorgungsquelle mit elektrischer Energie in Form eines

Pulsstroms mit einem Tastverhältnis versorgt, das von einem Schaltkreis gesteuert wird, der seinerseits von einem Pulsweiten-Modulationssignal gesteuert wird, das von der Motorantriebs-Steuereinrichtung nach dem von der ersten Prozesseinrichtung gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Antriebsrichtungssignal erzeugt wird, wenn der Steuerbetrieb der Motorantriebs-Steuereinrichtung freigegeben ist.

Der Schaltkreis umfaßt einen ersten und einen zweiten Schaltstromkreis, um den Elektromotor abwechselnd in einer der Drehrichtungen anzutreiben.

Bei einer weiteren bevorzugten Form zur Durchführung der Erfindung kann die oben erwähnte Logikschaltung eine zweite Logikeinrichtung umfassen, die aus einer ersten und einer zweiten UND-Schaltung besteht, wobei die erste UND-Schaltung ein erstes Hilfsdrehmomentsignal von dem ersten Prozessor, das ein von dem Elektromotor in einer ersten Drehrichtung zu erzeugendes Hilfsdrehmoment angibt, sowie ein erstes Antriebsrichtungssignal von dem zweiten Prozessor empfängt, das eine Drehrichtung angibt, wobei die erste UND-Schaltung ein Logikproduktsignal erzeugt, um den Betrieb der Motorantriebs-Steuerschaltung freizugeben, wenn das erste Hilfsdrehmomentsignal und das erste Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen, während die zweite UND-Schaltung ein zweites Hilfsdrehmomentsignal von dem ersten Prozessor, das ein von dem Elektromotor in der anderen Drehrichtung zu erzeugendes Hilfsdrehmoment angibt, die der einen Drehrichtung entgegengesetzt ist, zusammen mit einem zweiten Antriebsrichtungssignal von dem zweiten Prozessor empfängt, das der anderen Drehrichtung entspricht, wobei die zweite UND-Schaltung ein Logikproduktsignal erzeugt, um den Betrieb der Motorantriebs-Steuerschaltung freizugeben, wenn das zweite Hilfsdrehmomentsignal und das zweite Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen.

Bei den Anordnungen der Steuerung nach dem oben beschriebenen ersten Gesichtspunkt der Erfindung wird die Lieferung des Antriebsfreigabesignals zu der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung sowie die elektrische Energieversorgung unterbrochen, wenn als Ergebnis eines Vergleichs zwischen der von dem ersten Prozessor bestimmten Antriebsrichtung des Antriebsmotors und der von dem Nebenprozessor auf der Grundlage des Ausgangs des Drehmomentsensors bestimmten eine Diskrepanz erfaßt wird, sowie wenn seit dem Erfassen der Diskrepanz eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist. Damit läßt sich die Betriebszuverlässigkeit der Servolenksteuerung mit einer vereinfachten und kostengünstigen Schaltungskonfiguration verbessern. Darüber hinaus kann der Nebenprozessor, der im Vergleich zum Hauptprozessor eine geringere Verarbeitungsfähigkeit aufweisen kann, aus einem handelsüblichen, kostengünstigen CPU-Chip gebildet sein. Auf diese Weise läßt sich für die motorgetriebene Lenksteuerung aufgrund einer solchen Anordnung eine hohe Sicherheit erreichen, bei der die elektrische Energieversorgung zum Antriebsmotor gesperrt wird und dabei der Motorantriebssteuerbetrieb deaktiviert wird, wenn eine anormale Situation wie ein Überlauf des Hauptprozessors oder eine ähnliche Störung dort und/oder in den peripheren Einrichtungen über einen vorbestimmten Zeitraum andauern, der einen Sicherheitszeitraum des Servolenksystems überschreitet, wodurch der nachteilige Einfluß des Fehlerzustands oder der Störung des Hauptprozessors und seiner peripheren Einrichtungen auf das Servolenksystem definitiv auf das mögliche Mi-

nimum reduziert werden kann.

Nach einem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung ist eine Steuerung für ein motorgetriebenes Servolenksystem für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, die einen Drehmomentsensor zum Erfassen eines auf den Lenkmechanismus des Kraftfahrzeugs aufgetragenen Drehmoments umfaßt, mit dem der Elektromotor wirksam verbunden ist, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zum Erfassen der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, einen ersten, mit dem Drehmomentsensor und dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor wirksam verbundenen Prozessor zur arithmetischen Bestimmung eines von dem Elektromotor zu erzeugenden Hilfsdrehmoments sowie einer Antriebsrichtung, in der der Motor auf der Grundlage der Ausgänge von dem Drehmomentsensor und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung angetrieben werden soll, um dadurch ein Hilfsdrehmomentsignal, ein Motorantriebs-Richtungssignal und ein Koinzidenz-/Diskrepanzsignal zu erzeugen, das die Koinzidenz oder Diskrepanz zwischen dem Motorantriebs-Richtungssignal und einem ersten Lenkrichtungssignal darstellt, das eine Richtung des Lenkdrehmoments angibt, eine mit der ersten Prozessoreinrichtung wirksam verbundene Motorantriebs-Steuer-einrichtung zur Steuerung des Betriebs des Elektromotors nach dem von dem ersten Prozessor gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Motorantriebs-Richtungssignal, einen zweiten, mit dem Drehmomentsensor und dem ersten Prozessor wirksam verbundenen Prozessor, der mit dem Koinzidenz-/Diskrepanzsignal und dem Motorantriebs-Richtungssignal von dem ersten Prozessor versorgt wird, um dadurch eine Entscheidung zu treffen, ob ein Koinzidenz- oder Diskrepanzzustand zwischen dem Motorantriebs-Richtungssignal und einem von dem zweiten Prozessor erzeugten zweiten Lenkrichtungssignal vorliegt, sowie eine Entscheidung bezüglich der zeitlichen Dauer des Diskrepanzzustandes, falls dieser entschieden ist, auf der Grundlage des Koinzidenz-/Diskrepanzsignals und des Ausgangs des Drehmomentsensors zu treffen, um dadurch an die Motorantriebs-Steuer-einrichtung ein Freigabe-/Sperrsignal zur Freigabe oder zum Sperren der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals an die Motorantriebs-Steuer-einrichtung von dem ersten Prozessor in Abhängigkeit von dem Ergebnis der obengenannten Entscheidung zu liefern.

Bei einer bevorzugten Form zur Durchführung des zweiten Gesichtspunkts der Erfindung kann der zweite Prozessor eine Einrichtung zum Sperren wenigstens der elektrischen Energieversorgung zum Motor oder der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals an die Motorantriebs-Steuer-einrichtung umfassen, wenn die obengenannte Entscheidung ergibt, daß der Diskrepanzzustand sich über eine Dauer fortgesetzt hat, die einen vorbestimmten Wert überschreitet.

Der erste Prozessor kann ferner einen Motorsteuerungs-Arithmetikmodul zum Erzeugen des Hilfsdrehmomentsignals und des Motorantriebs-Richtungssignals auf der Grundlage der Ausgänge des Drehmomentsensors und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors umfassen, eine Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikeinheit zum Erzeugen eines ersten Lenkrichtungssignals auf der Grundlage des Ausgangs des Drehmomentsensors unabhängig von dem Motorsteuerungs-Arithmetikmodul, einen Motorsteuerungs-Ausgangsmodul zum Liefern des Hilfsdrehmomentsignals und des Motorantriebs-Richtungssignals an die Motorantriebs-Steuer-einrichtung, sowie einen mit den Ausgängen des Motor-

steuerungs-Arithmetikmoduls und des Lenkrichtungs-Arithmetikmoduls wirksam gekoppelten Motorsteuerungs-Signalübertragungsmodul, um das Motorantriebs-Richtungssignal und das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal an den zweiten Prozessor zu senden, wobei der Motorsteuerungs-Signalübertragungsmodul eine Vergleichseinrichtung umfaßt, um das von dem Motorsteuerungs-Arithmetikmodul gelieferte Motorantriebs-Richtungssignal mit dem ersten, von dem Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikmodul gelieferten Lenkrichtungssignal zu vergleichen, um dadurch das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal auf einen ersten oder einen zweiten Logikpegel zu setzen, der eine Koinzidenz oder eine Diskrepanz zwischen dem Motorantriebs-Richtungssignal und dem ersten Lenkrichtungssignal darstellt.

Andererseits kann der zweite Prozessor einen Motorsteuerdaten-Empfangsmodul zum Empfang des Motorantriebs-Richtungssignals und des Koinzidenz-/Diskrepanzsignals umfassen, einen ersten Entscheidungsmodul, um zu entscheiden, ob das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal auf einem Pegel liegt, der den Diskrepanzzustand angibt, einen zweiten, auf die Entscheidung der ersten Entscheidungseinrichtung, daß das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal den Diskrepanzzustand angibt, reagierenden Entscheidungsmodul, um dadurch zu entscheiden, ob sich der Diskrepanzzustand länger als eine vorbestimmte Dauer fortgesetzt hat, sowie einen Ausgangsmodul zum Erzeugen eines Signals zum Sperren wenigstens der elektrischen Energieversorgung an den Motor oder der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals an die Motorantriebs-Steuer-einrichtung, wenn von der zweiten Entscheidungseinrichtung entschieden ist, daß sich der Diskrepanzzustand länger als eine vorbestimmte Dauer fortgesetzt hat.

Der zweite Prozessor kann zusätzlich einen Lenkrichtungs-Arithmetikmodul zum Erzeugen eines zweiten Lenkrichtungssignals aufweisen, das die Richtung des auf das Lenkrad aufgetragenen Drehmoments auf der Grundlage des Ausgangs des Drehmomentsensors angibt, einen Vergleichsmodul zum Vergleich des zweiten Lenkrichtungssignals mit dem von dem ersten Prozessor gelieferten Motorantriebs-Richtungssignal, um dadurch zu entscheiden, ob das zweite Lenkrichtungssignal mit dem Motorantriebs-Richtungssignal übereinstimmt oder nicht, einen dritten Entscheidungsmodul, der auf die Entscheidung des Vergleichsmoduls reagiert, daß das zweite Lenkrichtungssignal nicht mit dem Motorantriebs-Richtungssignal übereinstimmt, um dadurch zu entscheiden, ob der Diskrepanzzustand, in dem das zweite Lenkrichtungssignal nicht mit dem Motorantriebs-Richtungssignal übereinstimmt, sich länger als eine zweite vorbestimmte Dauer fortgesetzt hat, sowie einen Ausgangsmodul zum Erzeugen eines Signals, das wenigstens die Energieversorgung zu dem Motor oder die Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals zu der Motorantriebs-Steuer-einrichtung sperrt, wenn die von dem zweiten Entscheidungsmodul getroffene Entscheidung positiv ist.

Der zweite und der dritte Entscheidungsmodul wirken demnach zusammen, um eine Einrichtung zur Freigabe der elektrischen Energieversorgung zu dem Motor und der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals zu der Motorantriebs-Steuer-einrichtung selbst dann zu bilden, wenn das Motorantriebs-Richtungssignal und das zweite Lenksignal nicht miteinander übereinstimmen, vorausgesetzt das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal gibt den Diskrepanzzustand an.

Bei der Steuerung nach dem zweiten Gesichtspunkt

der Erfindung kann eine Logikschaltung vorgesehen und mit den Ausgängen des ersten und des zweiten Prozessors sowie dem Eingang der Motorantriebs-Steuereinrichtung verbunden sein, um deren Steuerbetrieb freizugeben, wenn das von dem ersten Prozessor gelieferte Drehmomenthilfssignal und das von dem zweiten Prozessor gelieferte zweite Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen.

Aus der obigen Beschreibung ist zu verstehen, daß aufgrund der Anordnung der Steuerung nach dem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung die Lieferung des Freigabesignals zu der Motorenergieversorgungs-Steuer-schaltung und damit die Energieversorgung zu dem Motor gesperrt ist, wenn das eine Diskrepanz angegebende Koinzidenz-/Diskrepanzsignal von dem Hauptprozessor über eine Zeitdauer weiter abgegeben wird, die länger als die vorbestimmte Zeit ist, oder wenn die Diskrepanz zwischen dem von dem Hauptprozessor gesendeten Antriebsrichtungssignal und dem von dem Nebenprozessor bestimmten Lenkrichtungssignal fortlaufend über eine Zeitspanne erfaßt wird, die länger als ein vorbestimmter Wert ist, selbst wenn das die Diskrepanz angegebende Koinzidenz-/Diskrepanzsignal innerhalb eines kürzeren Zeitraums als der vorbestimmten Zeit verschwindet. Damit läßt sich die Betriebszuverlässigkeit der Servolenksteuerung mit einer vereinfachten und kostengünstigen Schaltungskonfiguration deutlich verbessern. Der Nebenprozessor, der eine geringere Verarbeitungsfähigkeit als der Hauptprozessor haben kann, kann durch eine handelsübliche, kostengünstige CPU gebildet sein. Auf diese Weise läßt sich eine hohe Sicherheit für die motorgetriebene Servolenksteuerung aufgrund einer solchen Anordnung sicherstellen, wo die elektrische Energieversorgung zu dem Antriebsmotor gesperrt ist, wobei der Motorantriebs-Steuerbetrieb unwirksam gemacht wird, wenn sich eine anormale Situation wie ein Überlauf des Hauptprozessors oder eine ähnliche Störung dort und/oder in den peripheren Einrichtungen über eine vorbestimmte Zeitdauer fortsetzt, die eine Sicherheitszeitdauer des Servolenksystems überschreitet, wodurch der nachteilige Einfluß des Fehlerzustands oder der Störung des Hauptprozessors und anderer auf den Betrieb des Servolenksystems zufriedenstellend unterdrückt werden kann.

Darüber hinaus ist nach einem dritten Gesichtspunkt der Erfindung eine Steuerung für ein motorgetriebenes Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs vorgesehen, die einen mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbundenen Elektromotor zum Erzeugen eines Hilfsdrehmoments umfaßt, um einen Fahrer bei der Handhabung eines Lenkrads des Kraftfahrzeugs zu unterstützen. Die Vorrichtung weist einen Hauptprozessor und einen Nebenprozessor zur arithmetischen Bestimmung von Antriebssteuerinformationen für den Elektromotor auf, um dadurch das von dem Elektromotor erzeugte Hilfsdrehmoment auf der Grundlage der von außen gelieferten Fahrinformationen des Kraftfahrzeugs zu steuern. Der Haupt- und der Nebenprozessor wirken zusammen, um auf der Grundlage der Ergebnisse einer arithmetischen Bestimmung gegenseitig das Auftreten eines Fehlerzustands zu diagnostizieren. Eine Motorantriebsschaltung ist vorgesehen, um auf der Grundlage der von der Hauptprozessoreinrichtung und der Nebenprozessoreinrichtung verfügbaren Antriebssteuerinformationen Motorantriebssignale zum Antrieb des Elektromotors auszugeben, wobei der Haupt- sowie der Nebenprozessor einen Signalsende-/Empfangsmodul umfaßt, um zu ermöglichen, daß ein das Ergebnis der Fehlerzustands-

diagnose angegebendes Signal zwischen dem Hauptprozessor und dem Nebenprozessor übertragen wird. Darüber hinaus ist eine Signalunterbrechungsschaltung vorgesehen, um die Lieferung der Antriebssteuerinformationen von dem Hauptprozessor oder alternativ von dem Nebenprozessor zu der Motorantriebseinrichtung zu unterbrechen, wenn das von dem Prozessor empfangene Diagnoseergebnis-Anzeigesignal das Auftreten eines Fehlerzustands in wenigstens dem Hauptprozessor oder dem Nebenprozessor angibt.

Bei einer bevorzugten Form zur Realisierung des dritten Gesichtspunkts der Erfindung können die Antriebssteuerinformationen Motorantriebsstrom-Steuerinformationen zur Steuerung des an den Motor gelieferten elektrischen Stroms, Motorantriebs-Richtungsinformationen, die eine Richtung angeben, in der der Motor gedreht werden soll, sowie Motorenergieversorgungs-Steuerinformationen zum Steuern der Energieversorgung des Motors umfassen. In diesem Fall kann der Signalunterbrechungsmodul aus einer ersten Logikproduktschaltung zur Bestimmung eines Logikprodukts zwischen der von dem Hauptprozessor ausgegebenen Motorantriebsstrom-Steuerinformationen und den von dem Nebenprozessor erzeugten Motorantriebs-Richtungsinformationen auf der Grundlage der von dem Hauptprozessor empfangenen Motorantriebs-Richtungsinformationen sowie einer zweiten Logikproduktschaltung zum Bestimmen eines Logikprodukts zwischen den oben erwähnten Motorenergieversorgungs-Steuerinformationen und den Motorenergieversorgungs-Steuerinformationen bestehen, die von dem Nebenprozessor auf der Grundlage des von dem Hauptprozessor übertragenen Motorenergieversorgungs-Steuersignals erzeugt werden.

Der Hauptprozessor kann einen ersten Arithmetikmodul umfassen, um arithmetisch die Motorantriebsstrom-Steuerinformationen und die Motorantriebs-Richtungsinformationen auf der Grundlage eines von dem Ausgang eines Drehmomentsensors ausgelesenen Lenkdrehmomentsignals sowie eines von dem Ausgang eines Fahrzeuggeschwindigkeitssensors ausgelesenen Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensorsignals zu bestimmen, einen Signalübertragungsmodul, um wenigstens die Motorantriebs-Richtungsinformationen an den zweiten Prozessor zu senden, sowie einen ersten Speicher zum Speichern der Motorantriebs-Richtungsinformationen und der Motorantriebs-Strominformationen, während die zweite Prozessoreinrichtung einen zweiten Arithmetikmodul umfassen kann, um auf der Grundlage des Lenkdrehmomentsignals arithmetisch zweite Motorantriebs-Richtungsinformationen zu bestimmen, einen Vergleichsmodul zum Vergleich der von dem zweiten Arithmetikmodul bestimmten Motorantriebs-Richtungsinformationen mit den von dem Hauptprozessor empfangenen Motorantriebs-Richtungsinformationen, einen zweiten Diagnosemodul, um auf der Grundlage des Vergleichsergebnisses zu entscheiden, ob ein Fehlerzustand in dem Hauptprozessor und den damit verbundenen Einrichtungen auftritt, um dadurch das Diagnoseergebnis-Anzeigesignal zu erzeugen, das das Auftreten eines Fehlerzustands angibt, wenn die Entscheidung positiv ausfällt. Der Signalunterbrechungsmodul des Nebenprozessors wird in Reaktion auf das Auftreten eines Fehlerzustands angegebende Diagnoseergebnissignal aktiviert. Das Diagnoseergebnissignal wird über den Signalsende-/Empfangsmodul zu dem ersten Prozessor übertragen.

Der Hauptprozessor kann ferner einen ersten Dia-



gnosemodul umfassen, der auf das von dem zweiten Prozessor empfangene Diagnoseergebnissignal reagiert, um dadurch auf der Grundlage der in dem Speicher gespeicherten Motorantriebsstrom-Steuerinformationen und der Motorantriebs-Richtungsinformationen sowie, nach dem Empfang des Diagnoseergebnissignals, der entsprechenden, auf der Grundlage des von den Ausgängen des Lenkdrehmomentsensors bzw. des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors ausgelesenen Lenkdrehmomentsignals und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals arithmetisch bestimmten Informationen zu entscheiden, ob in dem Hauptprozessor und/oder den diesem zugeordneten Einrichtungen ein Fehlerzustand auftritt, sowie einen ersten Sperrmodul, um den Betrieb der Motorantriebseinrichtung zu sperren, wenn von dem ersten Diagnosemodul das Auftreten eines Fehlerzustands entschieden ist.

Bei einer weiteren bevorzugten Form kann der Hauptprozessor ferner einen Entscheidungsmodul umfassen, um zu entscheiden, daß in dem Nebenprozessor und/oder den diesem zugeordneten Einrichtungen ein Fehlerzustand auftritt, wenn das Ergebnis der von dem ersten Diagnosemodul getroffenen Entscheidung zeigt, daß in der Hauptprozessoreinrichtung und/oder den in Zuordnung zu der Hauptprozessoreinrichtung vorgesehenen Einrichtungen kein Fehlerzustand auftritt, sowie eine Einrichtung zum Sperren der Übertragung der Antriebssteuerinformationen zu dem Nebenprozessor.

Aus der obigen Beschreibung ist zu verstehen, daß aufgrund der Anordnungen nach dem dritten Gesichtspunkt der Erfindung nicht nur der Hauptprozessor bei Erfassung eines Fehlers oder eines Fehlerzustands als Ergebnis der Fehlerzustandserfassung die Lenkdrehmoment-Erzeugungssteuerung anhält, sondern daß auch der Nebenprozessor die Verarbeitung zum Anhalten der Lenkdrehmoment-Erzeugungssteuerung durchführt. Auf diese Weise läßt sich die Zuverlässigkeit der Lenkhilfe-Drehmomentserzeugung durch den Elektromotor insbesondere aufgrund der Anordnung deutlich verbessern, daß durch die Neben-CPU eine Redundanz vorgesehen ist, um die von dem Hauptprozessor durchgeführte Lenkdrehmoment-Erzeugungssteuerung auch dann zu ergänzen, wenn die Verarbeitung zum Anhalten der Drehmomenterzeugung unzulänglich oder unvollständig ist, da in der Haupt-CPU ein Fehlerzustand auftritt.

Die obengenannten Aufgaben, Merkmale und damit verbundenen Vorteile der vorliegenden Erfindung sind deutlicher aus der Lektüre der folgenden Beschreibung ihrer bevorzugten Ausführungsformen zu verstehen, die nur beispielhaft unter Bezug auf die Zeichnungen gegeben ist. Darin zeigen

Fig. 1 ein Diagramm zur allgemeinen Darstellung einer Schaltungskonfiguration eines motorgetriebenen Servolenksystems mit einer Steuervorrichtung nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ein funktionelles Blockdiagramm eines Hauptprozessors oder der CPU der in Fig. 1 gezeigten Steuervorrichtung;

Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung der von dem Hauptprozessor durchgeführten Verarbeitung;

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung der von dem in der in Fig. 1 gezeigten Steuervorrichtung aufgenommenen Nebenprozessor (CPU) durchgeführten Verarbeitung;

Fig. 5 die Konfiguration eines motorgetriebenen Servolenksystems mit einer Steuervorrichtung nach einer

zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 ein Blockdiagramm zur schematischen Darstellung der Funktionsstruktur einer Haupt-CPU der in Fig. 5 gezeigten Steuervorrichtung;

Fig. 7 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des Betriebs der Haupt-CPU der in Fig. 5 gezeigten Steuervorrichtung;

Fig. 8 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des Betriebs des Nebenprozessors oder der Neben-CPU der in Fig. 5 gezeigten Steuervorrichtung;

Fig. 9 eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung der Beziehung zwischen dem Betrieb eines Lenkrads und einem Ausgangssignal eines in der in Fig. 1 und 5 gezeigten Steuervorrichtung verwendeten Drehmomentsensors;

Fig. 10 eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung des Betriebs des in Fig. 2 und 7 gezeigten Motorsteuerungs-Arithmetikmoduls zum Bestimmen eines Hilfsdrehmoments, das von einem Antriebsmotor des Servolenksteuersystems in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen eines Drehmomentsensors und eines Fahrzeuggeschwindigkeitssensors erzeugt werden soll;

Fig. 11 ein schematisches Schaltungsdiagramm zur Darstellung einer Anordnung eines Servolenksystems mit einer Steuervorrichtung nach einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung der von einem Hauptprozessor (CPU) der in Fig. 11 gezeigten Steuervorrichtung durchgeführten Verarbeitungsoperationen; und

Fig. 13 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung der von dem in Fig. 11 gezeigten Nebenprozessor (CPU) durchgeführten Verarbeitungsoperationen.

Nun wird die vorliegende Erfindung im einzelnen in Verbindung mit bevorzugten oder beispielhaften Ausführungsformen unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Schaltungskonfiguration eines motorgetriebenen Servolenksystems nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Unter Bezug auf Fig. 1 ist eine Steuervorrichtung 1 zum Steuern eines Elektromotors 5, der ein Hilfsdrehmoment zur Unterstützung des Fahrers bei der Handhabung eines Lenkrads eines Kraftfahrzeugs erzeugen kann, mit einem Drehmomentsensor 3 zum Erfassen eines von dem Fahrer auf ein (nicht gezeigtes) Lenksystem aufgebrachtes Lenkdrehmoment sowie mit einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 zum Erfassen der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs versehen. Der Drehmomentsensor 3 und der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 wirken zusammen, um eine Eingabesignaleinrichtung der Steuervorrichtung nach der Erfindung zu bilden. Die Steuervorrichtung 1 steuert die Energieversorgung zu dem Elektromotor 5 aus einer Bordbatterie 2 in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Sensoren 3 und 4, wie dies im folgenden beschrieben wird.

Die Steuervorrichtung 1 umfaßt eine Hauptzentralverarbeitungseinheit oder CPU 6, die als erster Prozessor oder Arithmetikeinrichtung der Steuervorrichtung nach der Erfindung dient, eine Neben-CPU 7, die im Vergleich zur Haupt-CPU 6 eine geringere Verarbeitungskapazität oder -leistung aufweist und als zweite Prozessoreinrichtung der Steuervorrichtung nach der Erfindung dient, eine Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung 8, die über eine Sicherung oder eine ähnliche Sicherheitseinrichtung mit der Batterie 2 verbunden ist, um die Haupt-CPU 6 und die Neben-CPU 7

sowie weitere Komponenten der Steuervorrichtung 1 mit einer vorbestimmten Konstantspannung zu versorgen, sowie Schnittstellenschaltungen 9 und 10 zur Bildung der Ausgangssignale des Drehmomentsensors 3 und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 4, die über einen ersten Datenbus 11 an die Haupt-CPU 6 und die Neben-CPU 7 geliefert werden sollen.

In der Steuervorrichtung 1 sind die Haupt-CPU 6 und die Neben-CPU 7 über einen zweiten Datenbus 12 verschaltet, durch den Antriebsrichtungssignale c1 und c2, die eine Richtung im Uhrzeigersinn (vorwärts) bzw. gegen den Uhrzeigersinn (rückwärts) angeben, für den Elektromotor 5 sowie ein Energieversorgungsfreigabesignal a1 zur Steuerung des Betriebs einer Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 von der Haupt-CPU 6 zu der Neben-CPU 7 übertragen werden.

Die Haupt-CPU 6 weist Ausgangsanschlüsse A1, B1, B2, C1 und C2 auf, während die Neben-CPU 7 Ausgangsanschlüsse A2, C3 und C4 aufweist. Eine erste UND-Schaltung 13 weist einen Eingangsanschluß auf, der mit dem Anschluß A1 der Haupt-CPU 6 verbunden ist und mit dem Energieversorgungs-Freigabesignal a1 zur Steuerung der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 beaufschlagt wird, während der andere Eingangsanschluß der ersten UND-Schaltung 13 mit dem Anschluß A2 der Neben-CPU 7 verbunden ist, der mit einem zweiten Energieversorgungs-Freigabesignal a2 versorgt werden soll, das sich aus der Verarbeitung des ersten Energieversorgungssignals a1 durch die Neben-CPU 7 ergibt. Ein Eingang einer zweiten UND-Schaltung 14 ist mit dem Ausgangsanschluß B1 der Haupt-CPU 6 verbunden, um mit einem PBM- (Pulsbreiten-Modulations)-Signal b1 zur Steuerung des Betriebs des Elektromotors 5 in einer Richtung (z. B. im Uhrzeigersinn oder in Vorwärtsrichtung) versorgt zu werden, und der andere Eingang ist mit dem Ausgangsanschluß C3 der Neben-CPU 7 verbunden, um mit einem Antriebsrichtungssignal c3 versorgt zu werden, das ebenfalls die Vorwärtsdrehung des Elektromotors 5 angibt. Schließlich weist eine dritte UND-Schaltung 15 einen Eingang auf, der mit einem Ausgangsanschluß B2 der Haupt-CPU 6 verbunden ist und mit einem zweiten PBM-Signal b2 zur Steuerung des Betriebs des Elektromotors 5 in der anderen Richtung (z. B. gegen den Uhrzeigersinn oder in Rückwärtsrichtung) versorgt wird, und der andere Eingang ist mit dem Anschluß c4 der Neben-CPU 7 verbunden, um mit einem Antriebsrichtungssignal c4 versorgt zu werden, das die Rückwärtsdrehung des Elektromotors 5 angibt.

Die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 kann durch ein Relais oder ein ähnliches Element versehen sein, um in Reaktion auf den Ausgang der UND-Schaltung 13 elektrische Energie über im folgenden beschriebene H-förmige Brückenschaltungen an den Antriebsmotor 5 zu liefern. Andererseits weist die Motortreiber-Steuerschaltung 17 Eingänge auf, die mit den Ausgangsanschlüssen der zweiten UND-Schaltungen 14 und 15 bzw. den Ausgangsanschlüssen c1 und c2 der Haupt-CPU 6 verbunden sind, um auf der Grundlage der Ausgangssignale der zweiten und der dritten UND-Schaltung 14, 15 sowie den von der Haupt-CPU 6 ausgehenden Antriebsrichtungssignalen c1 und c2 Motortreibersignale zu erzeugen.

Der Ausgangsanschluß der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 ist mit den Drain-Elektroden von FETs (Feldeffekttransistoren) 18, 19 verbunden, die in einer H-förmigen Brückenschaltungskonfiguration verbunden sind, wobei die Source-Elektroden dieser

FETs 18 und 19 mit den Drain-Elektroden von FETs 20 und 21 verbunden sind, die ebenso in einer H-förmigen Brückenschaltungskonfiguration verbunden sind, wobei ihre Source-Elektroden geerdet sind. Die Gate-Elektroden der FETs 18, 19, 20 und 21 sind jeweils mit den Ausgangsanschlüssen der Motorantriebs-Steuerschaltung 17 verbunden, wobei ein Übergang zwischen der Source-Elektrode des FETs 18 und der Drain-Elektrode des FETs 20 mit einem Anschluß des Antriebsmotors 5 verbunden ist, während ein Übergang zwischen der Source-Elektrode des FETs 19 und der Drain-Elektrode des FETs 21 mit dem anderen Anschluß des Elektromotors 5 verbunden ist. Im übrigen wirken die Motorantriebs-Steuerschaltung 17 und die FETs 18, 19, 20 und 21 zusammen, um die Antriebseinrichtung zu bilden, die einen Teil der Steuervorrichtung nach der Erfindung ausmacht.

Die Beschreibung ist als nächstes auf den Betrieb des in der oben beschriebenen Struktur ausgeführten motorgetriebenen Servolenksystems gerichtet.

Die mit elektrischer Energie aus der Batterie 2 gespeiste Konstantspannungs-Versorgungsschaltung 8 erzeugt eine Konstantspannung, die an die Haupt-CPU 6 bzw. die Neben-CPU 7 geliefert wird. Das Ausgangssignal des Drehmomentsensors 3 wird von der Schnittstellenschaltung 9 ausgelesen, um in ein Lenkdrehmomentsignal umgewandelt zu werden, das ein von dem Fahrer auf das Lenkrad aufgebrachtes Drehmoment angibt. Das so erzeugte Lenkdrehmomentsignal wird über den ersten Datenbus 11 sowohl an die Haupt-CPU 6 als auch an die Neben-CPU 7 geliefert.

Ebenso wird das Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 4 von der Schnittstellenschaltung 10 ausgelesen, um in ein Signal umgewandelt zu werden, das die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs angibt (d. h. das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal) und dann über den ersten Datenbus 11 sowohl zu der Haupt-CPU 6 als auch zu der Neben-CPU 7 geliefert wird.

Die Haupt-CPU 6 verarbeitet die von den Schnittstellenschaltungen 9 und 10 gelieferten Eingangssignale nach einem solchen Programm, wie es in Fig. 3 veranschaulicht ist; das Programm ist in einem internen ROM (Festwertspeicher) der Haupt-CPU 6 gespeichert, um dadurch das erste Energieversorgungs-Freigabesignal a1 zu erzeugen, das den An-/Aus-Betrieb der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 steuert, die zum An- oder Ausschalten der Energieversorgung des Antriebsmotors 5 ausgelegt ist. Dann wird das Energieversorgungs-Freigabesignal a1 an einen Eingang der ersten UND-Schaltung 13 angelegt und gleichzeitig über den zweiten Datenbus 12 an die Neben-CPU 7 übertragen.

Die Haupt-CPU 6 bestimmt ferner arithmetisch, bzw. sie berechnet den Antriebsstrom und die Antriebsrichtung für den Elektromotor 5 auf der Grundlage des über die Schnittstellenschaltungen 9 und 10 eingegebenen Drehmomentsensorsignals und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensorsignals, um dadurch die Antriebsrichtungssignale c1 und c2 zu erzeugen, die die Vorwärts- bzw. die Rückwärtsdrehung des Motors 5 angeben, sowie die PBM-(Pulsbreitenmodulations)-Signale b1 und b2, die Größen des Motorstroms in der Vorwärts- bzw. Rückwärtsrichtung angeben. Die Antriebsrichtungssignale c1 und c2 werden direkt an die Motorantriebs-Steuerschaltung 17 angelegt, während die PBM-Signale b1 und b2 an die UND-Schaltungen 14 bzw. 15 geliefert werden.

Andererseits empfängt die Neben-CPU 7 über den



zweiten Datenbus 12 von der Haupt-CPU 6 die Antriebsrichtungssignale c1 und c2 sowie das Energieversorgungs-Freigabesignal a1, um dadurch die Antriebsrichtungssignale c3 und c4, die die Vorwärts- und Rückwärtsdrehung des Elektromotors 5 angeben, sowie das Energieversorgungs-Freigabesignal a2 abzuleiten, um die Energieversorgung zu dem Elektromotor 5 über die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 zu steuern, wobei die Signale c3, c4 und a2 an die UND-Schaltungen 14 bzw. 15 und 13 angelegt werden. Auf diese Weise werden die an die Motorantriebs-Steuerschaltung 17 gelieferten Antriebsrichtungssignale c1 und c2 und das Energieversorgungs-Freigabesignal a1 für die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 von der Neben-CPU 7 verarbeitet, wodurch die erwähnten Signale c3, c4 und a2 erzeugt werden.

Zu diesem Zeitpunkt sollte daran erinnert werden, daß die Neben-CPU 7 im Vergleich mit der Haupt-CPU 6 eine geringere Verarbeitungsfähigkeit oder eine schwächere Leistung aufweist. Da also die Haupt-CPU 6 die Hauptlast der Verarbeitung des von den Schnittstellenschaltungen 9 und 10 gelieferten Drehmomentsensorsignals und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals trägt, um dadurch die Antriebsrichtung des Elektromotors 5 sowie die Energieversorgung zu steuern, dient die Neben-CPU 7 einfach dazu, das von der Haupt-CPU 6 über den zweiten Datenbus 12 übertragene Antriebsrichtungssignal mit dem entsprechenden, von der Eingangsschnittstelle 10 gelieferten Sensorsignal zu vergleichen, während das von der Haupt-CPU 6 übertragene Signal a1 als Signal a2 direkt ausgegeben wird. Mit anderen Worten, die Neben-CPU 7 wird dazu verwendet, eine Entscheidung über das mögliche Auftreten eines Fehlerzustands in den peripheren Einrichtungen wie dem Drehzahlsensor 3, dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4, den Schnittstellenschaltungen 9 und 10 und der Haupt-CPU 6 zu treffen. Wird als Ergebnis des oben erwähnten Vergleichs ein Fehlerzustand oder eine Störung erfaßt, und wenn der fehlerhafte Zustand über eine vorbestimmte Dauer, z. B. 0,1 Sekunden oder länger andauert, dann wird entschieden, daß ein fehlerhafter Zustand oder eine Störung aufgetreten ist, woraufhin die Neben-CPU 7 den Logikpegel des Energieversorgungs-Freigabesignals a2 und des Antriebsrichtungssignals c3 oder c4 umschaltet, so daß die UND-Schaltungen 13 und 14 (oder 15) für die Ausgabe der jeweiligen Signale deaktiviert sind. Insbesondere werden die von der Haupt-CPU 6 bzw. der Neben-CPU 7 ausgegebenen Energieversorgungs-Freigabesignale a1 und a2 von der ersten UND-Schaltung 13 logisch UND-verknüpft, wobei das daraus ausgegebene Logikproduktsignal an die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 geliefert wird. Andererseits werden das von der Haupt-CPU 6 bzw. der Neben-CPU 7 ausgegebene PBM-Signal b1 und das Antriebsrichtungssignal c3 von der zweiten UND-Schaltung 14 logisch UND-verknüpft, wobei der Ausgang an die Motorantriebs-Steuerschaltung 17 geliefert wird. Ferner werden das PBM-Signal b2 und das Antriebsrichtungssignal c4 von der UND-Schaltung 15 logisch UND-verknüpft, wobei der Ausgang an die Motorantriebs-Steuerschaltung 17 geliefert wird.

Die Motorantriebs-Steuerschaltung 17 liefert auf der Grundlage der Ausgänge der UND-Schaltung 14 oder 15 sowie des von der Haupt-CPU 6 gelieferte Antriebsrichtungssignals c1 oder c2 das Treibersignal an die Gate-Elektroden der FETs 18; 21 bzw. 19; 20, um dadurch den Motorstrom des Antriebsmotors 5 und dessen Drehrichtung zu steuern.

Unter Bezug auf Fig. 2 bis 4 wird als nächstes eine Beschreibung der funktionellen Konfigurationen und der Operationen der Haupt-CPU 6 und der Neben-CPU 7 der in Fig. 1 gezeigten Servolenkungs-Steuervorrichtung gegeben.

Fig. 2 ist ein funktionelles Blockdiagramm der Haupt-CPU 6. Unter Bezug auf die Figur besteht die Haupt-CPU 6 aus einem Drehmomentsensor-Eingabemodul 61 zum Auslesen des Signals, das das von dem Fahrer auf das Lenkrad aufgebrachte Lenkdrehmoment angibt, einem Fahrzeuggeschwindigkeits-Eingabemodul 62 zum Auslesen des von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, einem Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 63 zum Bestimmen der Antriebsrichtung und des Antriebsstroms für den Motor 5 auf der Basis des ausgelesenen Lenkdrehmomentsignals und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, einem Motorsteuerungs-Ausgabemodul 64, das zum Steuern des Motorstroms (d. h. des Motordrehmoments) und der Drehrichtung des Motors 5 dient, sowie einem Motorsteuerungsdaten-Übertragungsmodul 65 zur Abgabe des Motorantriebs-Richtungssignals und anderer an die Neben-CPU 7 auf der Grundlage des Ausgangs des Motorsteuerungs-Arithmetikmoduls 63.

Andererseits besteht die Neben-CPU 7 aus einem Drehmoment-Eingabemodul zum Auslesen des das Lenkdrehmoment angegebenden Signals, einem Fahrzeuggeschwindigkeits-Eingabemodul zum Auslesen der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, einem Motorantriebsrichtungs-Arithmetikmodul zum Bestimmen der Antriebsrichtung für den Antriebsmotor 5 auf der Grundlage des Lenkdrehmoments und der Fahrzeuggeschwindigkeitsinformationen, einem Motorsteuerungsdaten-Empfangsmodul zum Empfang der von der Haupt-CPU 6 übertragenen Motorsteuerdaten, einem Motorantriebsrichtungs-Komparatormodul zum Vergleich der von der Haupt-CPU 6 übertragenen Motorantriebs-Richtungsdaten mit der von dem oben erwähnten Arithmetikmodul bestimmten Drehrichtung des Motors 5, einem Motorenergieversorgungs-Steuermodule zur Abgabe eines Steuersignals zur Freigabe oder Sperrung der Energieversorgung zu dem Antriebsmotor 5 in Abhängigkeit von dem Ergebnis des oben erwähnten Vergleichs, d. h. ob der Vergleich eine Koinzidenz oder alternativ eine Diskrepanz ergibt, die sich über einen vorbestimmten Zeitraum fortsetzt, einem Motorantriebs-Freigabesignalmodul zum Erzeugen eines Motorantriebs-Freigabesignals auf der Grundlage der von der Haupt-CPU 6 übertragenen Motortreiberdaten, einem Fehlerzustands- oder Störungsentscheidungsmodul zum Bestimmen eines Zeitraums, während dessen das Ergebnis des von dem oben erwähnten Vergleichsmodul durchgeführten Vergleichs noch die Diskrepanz anzeigt, einem Motorenergieversorgungs-Sperrmodul zum Erzeugen eines Signals, das die Energieversorgung zum Antriebsmotor 5 sperrt, wenn der oben erwähnte Fehlerzustand oder die Störung entschieden ist, sowie einem Motorbetrieb-Sperrmodul zum Erzeugen eines Signals, das den Antrieb des Antriebsmotors 5 sperrt; allerdings sind die oben erwähnten Komponentenmodule der Neben-CPU 7 aus der Veranschaulichung in den Zeichnungen weggelassen.

Als nächstes wendet sich die Beschreibung unter Bezug auf Fig. 3 und 4 dem Betrieb der Servolenkungs-Steuervorrichtung zu.

Zunächst liest die Haupt-CPU 6 in einem Schritt S1 ein Drehmomentsensorsignal von dem Drehmomentsensor 3 aus und dann in einem Schritt S2 ein Fahrzeug-

geschwindigkeitssignal von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4, um dadurch in einem Schritt S3 auf der Grundlage dieser Signale die dem Antriebsmotor 5 zu liefernde elektrische Energie zu berechnen. Das ausgelesene Drehmomentsensorsignal und das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal werden an den in Fig. 2 gezeigten Motordrehmoment-Arithmetikmodul 63 geliefert.

In einem Schritt S4 bestimmt der Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 63 automatisch das PBM-Signal b1 oder b2, das die Sollantriebsleistung P sowie das Antriebsrichtungssignal c1 oder c3 auf der Grundlage des Drehmomentsensorsignals, des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals und anderer Lenkinformationssignale wie einem Signal bestimmt, das die Winkelstellung des Lenkrads angibt, einem Winkelgeschwindigkeitssignal des Lenkrads und ähnlichem, wie dies im folgenden in Verbindung mit einer zweiten Ausführungsform der Erfindung unter Bezug auf Fig. 9 und 10 beschrieben wird, wobei das PBM-Signal b1 oder b2 und das Antriebsrichtungssignal c1 oder c2 an den Motorsteuerungs-Ausgabemodul 64 geliefert werden. Gleichzeitig wird dem Motorsteuerdaten-Übertragungsmodul 65 auch das Antriebsrichtungssignal c1 oder c2 geliefert (Schritte S5 und S6).

In diesem Zusammenhang wird beispielsweise angenommen, daß die Antriebsrichtungssignale c1 und c3 auf einen H-Pegel "1" gesetzt werden, wenn der Antriebsmotor 5 in Vorwärtsrichtung gedreht werden soll, die der Drehung des Lenkrads im Uhrzeigersinn entspricht, während dann, wenn der Antriebsmotor 5 in Rückwärtsrichtung angetrieben werden soll, das Antriebssignal c2 und c4 jeweils auf einen H-Pegel "1" gesetzt werden.

Andererseits liest die Neben-CPU 7 das Drehmomentsensorsignal von dem Drehmomentsensor 3 aus, während sie das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 ausliest (Schritte S11 und S12).

Da der Motorantriebssteuerungs-Arithmetikmodul der Neben-CPU 7 im Vergleich zur Haupt-CPU 6 bezüglich der Verarbeitungsleistung schwach ist, ist er so programmiert, daß er in einem Schritt S13 nur die Antriebsrichtung des Antriebsmotors 5 aus dem Lenkdrehmoment, der Fahrzeuggeschwindigkeit und ähnlicher Informationen bestimmt, ohne arithmetische Operationen zur Berechnung des Motorausgangsdrehmoments durchzuführen, wozu eine eher komplizierte Verarbeitung erforderlich ist, wie dies oben unter Bezug auf Fig. 2 beschrieben wurde.

Andererseits empfängt der Motorausgangsdrehmomentdaten-Empfängermodul der Neben-CPU 7 über den zweiten Datenbus 12 von der Haupt-CPU 6 bei jedem Rechenzyklus (z. B. alle 1 ms) der Haupt-CPU 6 (Schritt 14) das dem Antriebsrichtungssignal c1 oder c2 entsprechende Signal.

In dem Motorantriebsrichtungs-Vergleichsmodul der CPU 7 wird die durch die von dem Arithmetikmodul 63 der Haupt-CPU 6 übertragenen Motorantriebs-Steuerdaten angegebene Antriebs- oder Drehrichtung des Antriebsmotors 5 mit der Antriebsrichtung des Antriebsmotors 5 verglichen, wie sie von der Neben-CPU 7 selbst bestimmt worden ist (Schritt S15). Zeigt das Ergebnis dieses Vergleichs eine Koinzidenz, dann wird an den Motorsteuerungs-Ausgabemodul ein Koinzidenzsignal geliefert. Ergibt der oben erwähnte Vergleich andererseits eine Diskrepanz, dann wird von dem Fehlerzustand-/Dauer-Entscheidungsmodul der Neben-CPU 7 eine Entscheidung getroffen, ob eine vorbestimmte Zeit (z. B. 0,1 s) verstrichen ist (Schritt S18). Gibt diese

Entscheidung eine Verneinung (NEIN), dann wird entschieden, daß kein Fehlerzustand vorliegt, wodurch ein entsprechendes Signal zu dem Motorsteuerungs-Ausgabemodul der Neben-CPU 7 geschickt wird.

Der Motorsteuerungs-Ausgabemodul liefert dann das Energieversorgungssignal a2 zu der ersten UND-Schaltung 13 (Schritt S16) während das Motorantriebs-Richtungssignal c3 oder c4 an die zweite UND-Schaltung 14 oder die dritte UND-Schaltung 15 als Motorantriebssteuer-Freigabesignal (Schritt S17 in Fig. 4) geliefert wird.

Gibt dagegen die Entscheidung in dem oben erwähnten Schritt S18 das Auftreten eines Fehlerzustands an, dann gibt der Motorantriebsenergieversorgungs-Stopmodul der Neben-CPU 7 ein Motorenergieversorgungs-Sperrsignal ab, um die Energieversorgung zu dem Antriebsmotor 5 zu sperren, indem das Energieversorgungs-Freigabesignal a2 zurückgesetzt wird (Schritt 19), während der Motorsteuerausgang-Sperrmodul der CPU 7 die Lieferung des Antriebsrichtungssignals c3 oder c4 an die UND-Schaltung 14 oder 15 sperrt, indem er diese zurücksetzt.

Aus der obigen Beschreibung ist nun zu verstehen, daß nach den Lehren der Erfindung die Lieferung des Antriebsfreigabesignals an die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 16 sowie die Energieversorgung dorthin unterbrochen wird, wenn als Ergebnis des Vergleichs zwischen der von der Haupt-CPU 6 und der Neben-CPU 7 auf der Basis des Ausgangs des Drehmomentsensors 3 bestimmten Antriebsrichtung des Antriebsmotors 5 eine Diskrepanz erfaßt wird und ab der Erfassung dieser Diskrepanz eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist. Die Betriebszuverlässigkeit der Servolenksteuerung kann damit mittels einer vereinfachten und kostengünstigen Schaltungskonfiguration merklich verbessert werden. Darüber hinaus kann die Neben-CPU 7, die eine geringere Verarbeitungsleistung als die Haupt-CPU 6 aufweisen kann, aus einer kostengünstigen, handelsüblichen CPU gebildet sein. Auf diese Weise läßt sich für die motorgetriebene Lenksteuerung eine hohe Sicherheit aufgrund einer Anordnung sicherstellen, bei der die elektrische Energieversorgung des Antriebsmotors 5 gesperrt und die Motorantriebs-Steuerung deaktiviert wird, wenn sich eine anormale Situation wie ein Überlauf der Haupt-CPU 6 oder eine ähnliche Störung dort und/oder bei verschiedenen Sensoren und anderen Komponenten über einen vorbestimmten Zeitraum fortsetzt, der einen Sicherheitszeitraum des Servolenksystems überschreitet, wodurch ein nachteiliger Einfluß des Fehlerzustands oder der Störung der Haupt-CPU 6 und anderer Komponenten auf das motorgetriebene Servolenksystem definitiv auf das mögliche Minimum reduziert werden kann.

Im Falle der ersten Ausführungsform der Servolenksteuerungsvorrichtung kann eine Situation entstehen, in der die Servosteuerung selbst dann unterbrochen wird, wenn das Lenkrad nur vorübergehend in der anderen Richtung gedreht wird, also wenn ein Fahrer das Lenkrad im Uhrzeigersinn dreht, um das Fahrzeug nach rechts zu lenken, und es dann aus irgendeinem Grund nur vorübergehend gegen den Uhrzeigersinn dreht. Mittels einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist daran gedacht, einen glatten und komfortablen Lenkvorgang selbst in der oben erwähnten Situation sicherzustellen. Fig. 5 zeigt die Konfiguration eines motorgetriebenen Servolenksystems nach der zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Unter Bezug auf Fig. 5 ist eine Steuervorrichtung, die

allgemein mit 101 bezeichnet ist und zur Steuerung eines Elektromotors 105 dient, um ein Lenkhilfedrehmoment zu erzeugen, mit einem Drehmomentsensor 103 zum Erfassen eines von dem Fahrer auf ein (nicht gezeigtes) Lenkrad aufgebrachten Lenkdrehmoments sowie mit einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104 zum Erfassen der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs versehen. Die Steuervorrichtung 101 steuert die Hilfsdrehmomenterzeugung durch den Elektromotor 105 auf der Grundlage der Ausgangssignale der Sensoren 103 und 104.

Wie im Falle der ersten Ausführungsform der Erfindung umfaßt die Steuervorrichtung 101 eine Haupt-CPU (Zentraleinheit oder Prozessor) 106, eine Neben-CPU 107, die im Vergleich zu der Haupt-CPU 106 eine geringere Verarbeitungsfähigkeit oder -leistung aufweist, eine Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung 108, die über eine Sicherheitseinrichtung wie eine (nicht gezeigte) Sicherung mit einer Hauptenergieversorgungsquelle oder einer Batterie 102 verbunden ist, um die Haupt-CPU 106 und die Neben-CPU 107 sowie andere Komponenten der Steuervorrichtung 101 mit einer vorbestimmten Konstantspannung zu versorgen, sowie Schnittstellenschaltungen 109 und 110 zum Auslesen der Ausgangssignale des Drehmomentsensors 103 bzw. des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 104, wobei die Signale über einen ersten Datenbus 111 zu der Haupt-CPU 106 und der Neben-CPU 107 geliefert werden.

In der Steuervorrichtung 101 sind die Haupt-CPU 106 und die Neben-CPU 107 über einen zweiten Datenbus 112 verschaltet, durch den die Antriebsrichtungssignale d3 und d4, die die Vorwärts- (im Uhrzeigersinn) bzw. die Rückwärtsrichtung (gegen den Uhrzeigersinn) des Antriebsmotors 105 angeben, ein Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i, das die Koinzidenz oder die Diskrepanz zwischen der Richtung des von dem Drehmomentsensor 103 erfaßten Lenkdrehmoments und der Antriebsrichtung für den Motor 105 angibt, die auf eine Weise bestimmt wird, die im folgenden im einzelnen beschrieben wird, sowie ein Energieversorgungs-Freigabesignal a11, das den Betrieb einer Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 (ebenfalls im folgenden beschrieben) anweist, von der Haupt-CPU 106 zu der Neben-CPU 107 übertragen werden.

An den Ausgangsseiten der Haupt-CPU 106 und der Neben-CPU 107 ist eine erste UND-Schaltung 113 mit einem Eingangsanschluß vorgesehen, der mit einem Ausgang der Haupt-CPU 106 verbunden ist und mit dem von der Haupt-CPU 106 selbst erzeugten Energieversorgungs-Freigabesignal a11 beaufschlagt werden soll, um die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 an- oder abzuschalten, die aus einem Schalterstromkreis gebildet sein, während der andere Eingangsanschluß der ersten UND-Schaltung 113 mit einem Ausgang der Neben-CPU 107 verbunden ist, um mit einem zweiten Energieversorgungs-Freigabesignal a22 versorgt zu werden, das sich aus der Verarbeitung des Energieversorgungssignals durch die Neben-CPU 107 ergibt. Ein Eingang einer zweiten UND-Schaltung 114 ist mit einem Ausgangsanschluß der Haupt-CPU 106 verbunden, um mit einem PBM-(Pulsbreiten-Modulations)-Signal b1 beaufschlagt zu werden, um den Betrieb des Elektromotors 105 (d. h. die Erzeugung des Hilfsdrehmoments durch den Motor 105) in einer Richtung (die hier nur beispielhaft als Vorwärtsrichtung oder Richtung im Uhrzeigersinn angenommen ist), und der andere Eingang ist mit einem anderen Ausgang der Ne-

ben-CPU 107 verbunden, um mit einem Antriebsrichtungssignal d5 verbunden zu werden, das die Vorwärtsdrehung des Elektromotors 105 (entsprechend der Drehung des Lenkrads im Uhrzeigersinn) angibt. Ferner ist eine dritte UND-Schaltung 115 mit einem Eingang vorgesehen, der mit einem Ausgang der Haupt-CPU 106 verbunden ist, um mit einem zweiten PBM-Steuersignal b2 zum Steuern der Erzeugung des Hilfsdrehmoments durch den Elektromotor 105 in der anderen Richtung (ausgehend von der obigen Annahme der Rückwärtsrichtung oder der Richtung gegen den Uhrzeigersinn) versorgt zu werden, und der zweite Eingang ist mit einem weiteren Ausgang der Neben-CPU 107 verbunden, um mit einem Antriebsrichtungssignal d6 beaufschlagt zu werden, das die Rückwärtsdrehung des Elektromotors 105 (entsprechend der Drehung des Lenkrads gegen den Uhrzeigersinn) angibt.

Die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 kann durch ein Relais oder einen ähnlichen Schaltkreis gebildet sein, um in Reaktion auf den Ausgang der UND-Schaltung 113 über (im folgenden beschriebene) H-förmige Brückenschaltungen von der Batterie 102 elektrische Energie an den Antriebsmotor 105 zu liefern. Andererseits weist die Motortreiber-Steuerschaltung 117 Eingänge auf, die mit den Ausgängen der UND-Schaltungen 114 und 115 bzw. den Antriebsrichtungssignalen d1 und d2 von der Haupt-CPU 106 zum Antrieb des Motors auf der Grundlage dieser Signale versorgt werden.

Der Ausgangsanschluß der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 ist mit Drain-Elektroden von FETs (Feldeffekttransistoren) 118 und 119 verbunden, die in einer H-förmigen Brückenschaltungskonfiguration verbunden sind, wobei die Source-Elektroden dieser FETs 118, 119 mit den Drain-Elektroden von FETs 120 und 121 verbunden sind, deren Source-Elektroden jeweils mit Erdpotential verbunden sind. Die Gate-Elektroden der FETs 118, 119, 120 und 121 sind jeweils mit einem Ausgangsanschluß der Motorantriebs-Steuerschaltung 117 verbunden, wobei ein Übergang zwischen der Source-Elektrode des FETs 118 und der Drain-Elektrode des FETs 120 mit einem Anschluß des Elektromotors 105 verbunden ist, während ein Übergang zwischen der Source-Elektrode des FETs 119 und der Drain-Elektrode des FETs 121 mit dem anderen Anschluß des Motors 105 verbunden ist.

Als nächstes wird der Betrieb der motorgetriebenen Servolenksteuerung nach der zweiten Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die mit elektrischer Energie aus der Batterie 102 gespeiste Konstantspannungs-Versorgungsschaltung 108 erzeugt eine Konstantquellenspannung, die an die Haupt-CPU 106 bzw. die Neben-CPU 107 angelegt wird. Das Ausgangssignal des Drehmomentsensors 103 wird von der Schnittstellenschaltung 109 ausgelesen, um in ein Lenkdrehmomentsignal umgewandelt zu werden, das ein von dem Fahrer auf das Lenkrad aufgebrachtes Lenkdrehmoment angibt. Das so erzeugte Lenkdrehmomentsignal wird über den ersten Datenbus 111 sowohl zu der Haupt-CPU 106 als auch zu der Neben-CPU 107 geliefert.

Ebenso wird das Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 104 von der Schnittstellenschaltung 110 ausgelesen, um in ein Signal umgewandelt zu werden, das die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs angibt (d. h. das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal) und dann über den ersten Datenbus 111 sowohl zu der Haupt-CPU 106 und der Neben-CPU 107 geliefert wird.

Die Haupt-CPU 106 verarbeitet das so von den Schnittstellenschaltungen 109 und 110 eingegebene Lenkdrehmomentsignal und das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal nach einem Programm, das später unter Bezug auf Fig. 7 beschrieben wird und vorher in einem internen ROM (Festwertspeicher) der Haupt-CPU 106 gespeichert wird, um dadurch das erste Energieversorgungs-Freigabesignal a11 zu erzeugen, das den An-/Aus-Betrieb der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 anweist, die zum An- oder Ausschalten der Energieversorgung des Antriebsmotors 105 ausgelegt ist. Das von der Haupt-CPU 106 ausgegebene Energieversorgungs-Freigabesignal a11 wird an einen Eingang der ersten UND-Schaltung 113 angelegt und gleichzeitig über den zweiten Datenbus 112 an die Neben-CPU 7 übertragen.

Die Haupt-CPU 106 bestimmt ferner arithmetisch, bzw. sie berechnet den Antriebsstrom und die Antriebsrichtung für den Elektromotor 5 auf der Grundlage des über die Schnittstellenschaltungen 109 und 110 eingegebenen Drehmomentsensorsignals und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, um dadurch das Antriebsrichtungssignal d1 oder d2 zu erzeugen, das die Vorwärtsdrehung (im Uhrzeigersinn) oder die Rückwärtsdrehung (gegen den Uhrzeigersinn) des Motors 105 angibt sowie die PBM-(Pulsbreitenmodulations-)Steuersignale b1 oder b2, die die Größe des Motorstroms (und damit des von dem Motor 105 zu erzeugenden Lenkhilfedrehmoments) bei der Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung. Das Antriebsrichtungssignal d1 oder d2 wird direkt an die Motorantriebs-Steuerschaltung 117 angelegt, während das PBM-Steuersignal b1 oder b2 an die UND-Schaltung 114 bzw. 115 angelegt wird. Ferner werden von der Haupt-CPU 106 über den Datenbus 112 die Antriebsrichtungssignale d3 oder d4 sowie das Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i an die Neben-CPU 107 übertragen, das eine Koinzidenz oder Diskrepanz zwischen der Richtung des von dem Drehmomentsensor 103 erfaßten Lenkdrehmoments und dem Motorantriebs-Richtungssignal d3 bzw. d4 angibt.

Andererseits empfängt die Neben-CPU 107 über den zweiten Datenbus 112 von der Haupt-CPU 106 das Antriebsrichtungssignal d3 oder d4 sowie das Energieversorgungs-Freigabesignal a11, um dadurch das Antriebsrichtungssignal d5 oder d6, das die Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung des Elektromotors 105 angibt, sowie das Energieversorgungssignal a22 zum Steuern der Energieversorgung zu dem Elektromotor 105 zu erzeugen, wobei die Signale d5 oder d6 und a22 an die Eingänge der UND-Schaltungen 114 bzw. 115 und 113 angelegt werden. Auf diese Weise werden die an die Motorantriebs-Steuerschaltung 117 gelieferten Antriebsrichtungssignale d1 oder d2 und das Energieversorgungs-Freigabesignal a11 für die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 von der Neben-CPU 107 in die Signale d5 oder d6 bzw. a22 umgewandelt.

Wie oben erwähnt, weist die Neben-CPU 107 im Vergleich zu der Haupt-CPU 6 eine geringe Verarbeitungsfähigkeit oder eine schwächere Leistung auf. Die Neben-CPU 107 dient also einfach zum Vergleich des von der Haupt-CPU 106 über den zweiten Datenbus 112 übertragenen Antriebsrichtungssignals d3 oder d4 mit dem auf der Grundlage der von den Eingangs-Schnittstellen 109 und 110 an die Neben-CPU 107 gelieferten Signale bestimmten Lenkdrehmoment-Richtungssignal, um dadurch eine Fehlerzustandsentscheidung zu treffen, indem das von der Haupt-CPU 106 gelieferte Koinzidenz-/ Diskrepanzsignal i berücksichtigt wird. Mit an-

deren Worten, wird als Ergebnis des oben erwähnten Vergleichs ein Fehlerzustand oder eine Störung erfaßt, und wird entschieden, daß der fehlerhafte Zustand über eine vorbestimmte Dauer, z. B. 0,1 Sekunden oder länger andauert, dann wird definitiv das Auftreten eines Fehlerzustands entschieden, woraufhin die Neben-CPU 107 den Logikpegel des Energieversorgungs-Freigabesignals a22 und des Antriebsrichtungssignals d5 oder d6 umschaltet, so daß die UND-Schaltungen 113 und 114 oder 115 ungeachtet der direkt von der Haupt-CPU 106 gelieferten Signale a11 und b1 oder b2 für die Erzeugung der jeweiligen Ausgangssignale gesperrt sind. Genauer werden die von der Haupt-CPU 106 bzw. der Neben-CPU 107 ausgegebenen Energieversorgungs-Freigabesignale a11 und 22 von der ersten UND-Schaltung 113 logisch UND-verknüpft, wobei das daraus ausgegebenen Logikproduktsignal an die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 116 geliefert wird. Andererseits werden das von der Haupt-CPU 106 bzw. der Neben-CPU 107 ausgegebene PBM-Steuersignal b1 und das Antriebsrichtungssignal d5 von der UND-Schaltung 114 logisch UND-verknüpft, wobei der Ausgang an die Motorantriebs-Steuerschaltung 117 geliefert wird. Ferner werden das PBM-Steuersignal b2 und das Antriebsrichtungssignal d6 von der UND-Schaltung 115 logisch UND-verknüpft, deren Ausgang an die Motorantriebs-Steuerschaltung 117 geliefert wird.

Die Motorantriebs-Steuerschaltung 117 liefert auf der Grundlage der Ausgänge der UND-Schaltung 114 oder 115 das Treibersignal sowie das von der Haupt-CPU 106 gelieferte Antriebsrichtungssignal d1 oder d2 an die Gate-Elektroden der FETs 118; 121 bzw. 119; 120 zum Anlegen eines Steuersignals an die Gate-Elektroden der FETs 118 und 121 oder der FETs 119 und 120, um dadurch den Motorstrom des Antriebsmotors 105 und dessen Drehrichtung entsprechend zu steuern.

Unter Bezug auf Fig. 6 bis 10 werden nun die funktionellen Konfigurationen und Operationen der Haupt-CPU 106 und der Neben-CPU 107 der in Fig. 5 gezeigten Servolenkungs-Steuervorrichtung beschrieben.

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das schematisch eine funktionelle Anordnung der Haupt-CPU 106 zeigt. Unter Bezug auf die Figur besteht die Haupt-CPU 106 aus einem Drehmomentsensor-Eingabemodul 161 zum Auslesen des Signals, das das von dem Fahrer auf das Lenkrad aufgebrachte Lenkdrehmoment angibt, aus dem Drehmomentsensor 103 über die Schnittstellenschaltung 109, einem Phasenkompensierungs-Arithmetikmodul 162, der zur Kompensierung einer Phasenvor-eilung oder -verzögerung des Lenkdrehmomentsignals dient, die aufgrund der Dämpfungseigenschaft des Lenkregelkreises oder ähnlichem entsteht, um dadurch den sicheren und glatten Betrieb der Servolenkungssteuervorrichtung zu gewährleisten, einer Lenkdrehmoment-Richtungs-Arithmetikeinrichtung 163 zum Bestimmen der Richtung des auf das Lenkrad aufgebrachten Lenkdrehmoments auf der Grundlage des Ausgangssignals von dem Drehmomentsensor-Eingabemodul 161, einem Fahrzeuggeschwindigkeits-Eingabemodul 164 zum Auslesen des von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104 erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, einem Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 165 zum Bestimmen der Antriebsrichtung (d. h. der Richtung, in der der Motor 105 angetrieben werden soll) und des Antriebsstroms für den Motor 105 und damit des dadurch auf der Grundlage des von dem Phasenkompensierungs-Arithmetikmodul 162 gelieferten Lenkdrehmomentsignals und des von dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Eingabe-

modul 164 gelieferten Fahrzeuggeschwindigkeitssignals zu erzeugenden Drehmoments, einem Motorsteuerungs-Ausgabemodul 166, der zum Erzeugen der Signale dient, um die Stromversorgung zu dem Antriebsmotor 105 freizugeben oder zu sperren, sowie des Signals b1 oder b2 zum Steuern des Motorstroms (und damit des Motordrehmoments) und des Signals d1 oder d2 zum Anweisen der Drehrichtung auf der Grundlage der Ausgangsdaten des Motorsteuerungs-Arithmetikmoduls 165 sowie einem Motorsteuerungsdaten-Übertragungsmodul 167 zum Senden der oben erwähnten Signale d3 oder d4, i und a11 an die Neben-CPU 107, die auf der Grundlage der Ausgänge des Motorsteuerungs-Arithmetikmoduls 165 erzeugt werden.

Andererseits besteht die Neben-CPU 7 aus einem Drehmoment-Eingabemodul zum Auslesen des Signals, das das auf das Lenkrad des Kraftfahrzeugs aufgebrachte Lenkdrehmoment angibt, aus dem Ausgang des Drehmomentsensors 103, einem Fahrzeuggeschwindigkeits-Eingabemodul zum Auslesen des die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs angegebenden Signals aus dem Ausgang des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 104, einem Motorantriebsrichtungs-Arithmetikmodul mit einem Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikmodul zum Bestimmen der Antriebsrichtung des Motors 105 auf der Grundlage des Lenkdrehmoments und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, einem Motorsteuerdaten-Empfangsmodul zum Empfang der von der Haupt-CPU 106 übertragenen Motorsteuerdaten (d3, d4, i und a11), einem Motorantriebsrichtungs-Komparatormodul zum Vergleich der von der Haupt-CPU 6 übertragenen Motorantriebs-Richtungsdaten (d3 oder d4) mit der des von der Neben-CPU 107 selbst bestimmten Richtung des Lenkdrehmoments, einem Motorenergieversorgungs-Steuermodul zur Abgabe des Steuersignals a22 mit dem ersten Logikpegel zur Freigabe der Energieversorgung zu dem Antriebsmotor 105 in Abhängigkeit davon, ob sich der sich aus dem oben erwähnten Vergleich ergebende Koinzidenz- oder Diskrepanzzustand über einen vorbestimmten Zeitraum fortsetzt, einem Motorantriebs-Freigabesignalmodul zum Erzeugen eines Motorantriebs-Freigabesignals (Signal d5 oder d6 mit dem ersten Logikpegel) auf der Grundlage der von der Haupt-CPU 6 übertragenen Motortreiberdaten, einem Fehlerzustand-Entscheidungsmodul zum Bestimmen eines Zeitraums, während dessen das Ergebnis von dem oben erwähnten Vergleichsmodul durchgeführten Vergleichs noch die Diskrepanz anzeigt, einem Diskrepanzzustandfortdauer-Entscheidungsmodul zum Bestimmen der Fortdauer des Koinzidenz-/Diskrepanzsignals i, einem Motorenergieversorgungs-Sperrmodul zum Erzeugen eines Signals (a2 mit dem zweiten Logikpegel), das die Energieversorgung zum Antriebsmotor 105 sperrt, wenn ein Fehlerzustand entschieden ist, sowie einem Motorbetrieb-Sperrmodul zum Erzeugen eines Signals (d5 oder d6 mit dem zweiten Logikpegel), das den Antrieb des Antriebsmotors 105 sperrt; allerdings sind die oben aufgezählten Komponentenmodule der Neben-CPU 107 aus der Veranschaulichung in den Zeichnungen ausgelassen.

Als nächstes wendet sich die Beschreibung unter Bezug auf Fig. 7 bis 10 dem Betrieb der Servolenkungs-Steuervorrichtung nach der vorliegenden Ausführungsform zu.

Zunächst liest die Haupt-CPU 106 in einem Schritt S101 von dem Ausgang des Drehmomentsensors 103 ein Drehmomentsignal aus, das das auf das Lenkrad des Kraftfahrzeugs aufgebrachte Lenkdrehmoment angibt,

während sie in einem Schritt S102 aus dem Ausgang des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 104 ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal ausliest, um in einem Schritt S104 auf der Grundlage dieser Signale den an den Antriebsmotor 105 zu liefernden elektrischen Strom sowie dessen Antriebsrichtung (oder die Größe und die Richtung des von dem Motor 105 zu erzeugenden Lenkhilfedrehmoments) zu berechnen.

Genauer wird in dem Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikmodul 163, in den das Drehmomentsensorsignal eingegeben wird, ein Uhrzeigersinn-Lenkrichtungssignal D1 mit einem logischen H-Pegel "1" erzeugt, wenn von dem Fahrer ein Lenkdrehmoment auf das Lenkrad zur Drehung im Uhrzeigersinn aufgebracht wird, und wenn das Drehmoment einen vorbestimmten Wert T2 überschreitet, wie dies in Fig. 9 bei A und B veranschaulicht ist, während ein Gegenuhrzeigersinn-Lenkrichtungssignal E1 mit dem Pegel "1" erzeugt wird, wenn das auf das Lenkrad aufgebrachte Lenkdrehmoment eine Richtung gegen den Uhrzeigersinn aufweist und einen vorbestimmten Wert T1 überschreitet, was in Fig. 9 bei A und C zu sehen ist. Der Ausgang des Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikmoduls 163 wird an den Motorsteuerdaten-Übertragungsmodul 167 geliefert.

Der Phasenkompensierungs-Arithmetikmodul 162, in den das Drehmomentsensorsignal ebenfalls eingegeben wird, führt ferner an dem Eingangssignal die früher erwähnte Phasenkompensierung durch, um dadurch ein phasenkompensiertes Drehmomentsignal an den Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 165 auszugeben.

Der Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 165 bestimmt arithmetisch das PBM-Steuersignal b1 oder b2, das die Sollantriebsleistung P oder den Motorstrom angibt, sowie die Antriebsrichtungssignale d1; d3 oder d2; d4 auf der Grundlage des Drehmomentsensorsignals, das der Phasenkompensierung unterzogen wurde, des von dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Eingabemodul 164 gelieferten Fahrzeuggeschwindigkeitssignals und anderer Lenkinformationssignale wie einem Signal, das die Winkelstellung des Lenkrads angibt, einem Winkelgeschwindigkeitssignal des Lenkrads und ähnlichem, wie dies in Fig. 10 veranschaulicht ist, wobei das PBM-Steuersignal b1 oder b2 und das Antriebsrichtungssignal d1 oder d2 an den Motorsteuerungs-Ausgabemodul 166 geliefert werden. Gleichzeitig wird das Antriebsrichtungssignal auch zu dem Motorsteuerdaten-Übertragungsmodul 167 als Signal d3 oder d4 geliefert.

In diesem Zusammenhang sei beispielhaft angenommen, daß die Antriebsrichtungssignale d1 und d3 auf einen H-Pegel "1" gesetzt werden, wenn der Antriebsmotor 105 in Vorwärtsrichtung gedreht werden soll, die der Drehung des Lenkrads im Uhrzeigersinn entspricht, während dann, wenn der Antriebsmotor 105 in Rückwärtsrichtung angetrieben werden soll, das Antriebsrichtungssignal d2 und d4 jeweils auf den H-Pegel "1" gesetzt wird.

Im übrigen wird in einem Schritt S103 die gleiche Verarbeitung durchgeführt, wie sie oben in Verbindung mit dem in Fig. 3 gezeigten Schritt S103 der ersten Ausführungsform erwähnt worden ist.

Der Motorsteuerdaten-Übertragungsmodul 167 bestimmt, ob das von dem Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 165 gelieferte Motorantriebs-Richtungssignal d3, d4 mit dem von dem Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikmodul 163 gelieferten Lenkrichtungssignal D1, E1 übereinstimmt oder nicht, um dadurch das Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i auszugeben, das dann



zusammen mit dem Motorantriebs-Richtungssignal d3, d4 und dem Energieversorgungs-Freigabesignal a11 über den zweiten Datenbus 112 an die Neben-CPU 107 geliefert wird (Schritt S105). Zu diesem Zeitpunkt sollte erwähnt werden, daß das von dem Motorsteuerungs-Arithmetikmodul 165 erzeugte Antriebsrichtungssignal d3 oder d4 gewöhnlich mit dem von dem Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikmodul 163 erzeugten Lenkrichtungssignal übereinstimmt. Tritt allerdings in dem Modul 165 oder 163 ein Fehlerzustand oder eine Störung auf, dann stimmt das Antriebsrichtungssignal nicht mit dem Lenkrichtungssignal überein. Falls zusätzlich auf die Drehung des Lenkrads durch den Fahrer im Uhrzeigersinn unmittelbar eine vorübergehende, schnelle oder scharfe Drehung in Richtung gegen den Uhrzeigersinn erfolgt, dann tritt vorübergehend zwischen dem Antriebsrichtungssignal (Ausgang des Moduls 165) und dem Lenkrichtungssignal (Ausgang des Moduls 163) selbst dann eine Diskrepanz auf, wenn weder der Modul 165 noch der Modul 163 einem Fehlerzustand unterliegt, da aufgrund der von den Modulen 162 und 165 durchgeführten Phasenkompensierung und der arithmetischen Operationen eine Zeitverzögerung bei der Erzeugung des Antriebsrichtungssignals (d3, d4) auftritt. Es erübrigt sich festzustellen, daß in diesem Fall keine Fehlerzustandsentscheidung getroffen werden sollte. Zu diesem Zweck wird von dem Motorsteuerdaten-Übertragungsmodul 167 auf der Grundlage des von dem Arithmetikmodul 165 ausgegebenen Antriebsrichtungssignals und des von dem Modul 163 erzeugten Lenkrichtungssignals das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal i erzeugt. Es wird angenommen, daß sich das Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i auf dem Logik-Pegel "0" befindet, wenn zwischen dem Lenkrichtungssignal und dem Motorantriebs-Richtungssignal eine Koinzidenz gefunden wird, während es den Logik-Pegel "1" annimmt, wenn zwischen diesen beiden Signalen eine Diskrepanz auftritt.

Der Motorsteuerungs-Ausgabemodul 166 legt in einem Schritt S106 das Energieversorgungs-Freigabesignal a11 an einen Eingang der UND-Schaltung 113 und das PBM-Drehmomentsignal b1 oder b2 an einen Eingang der UND-Schaltung 114 oder 115 an und liefert das Motorantriebsrichtungssignal d1 oder d2 direkt an die Motorantriebs-Steuerschaltung 117.

Andererseits liest die Neben-CPU 107 das Drehmomentsensorsignal von dem Drehmomentsensor 103 aus, während sie das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104 ausliest (Schritte S111 und S112 in Fig. 8).

Wie oben erwähnt, weist die Neben-CPU 107 im Vergleich zu der Haupt-CPU 106 eine mäßige Verarbeitungsfähigkeit auf. Dementsprechend ist sie nicht in der Lage, die komplizierten Berechnungen durchzuführen, wie sie oben in Verbindung mit der Haupt-CPU 106 beschrieben wurden, sondern bestimmt das Vorwärtsantriebs-Richtungssignal (im Uhrzeigersinn) D2 und das Rückwärtsantriebs-Richtungssignal (gegen den Uhrzeigersinn) E2 im wesentlichen auf die gleiche Weise, wie dies oben unter Bezug auf Fig. 9 und 10 beschrieben wurde, mit Hilfe des in der Neben-CPU 107 aufgenommenen Motorantriebsrichtungs-Arithmetikmoduls (Schritt S113 in Fig. 8).

Der Motorsteuerdaten-Empfangsmodul der Neben-CPU 107 empfängt über den zweiten Datenbus 112 von der Haupt-CPU 106 bei jedem Betriebszyklus (z. B. jeweils nach Ablauf von 1 ms) das Energieversorgungs-Freigabesignal a11, das Antriebsrichtungssignal d3 der

d4 und das Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i. Bei Empfang dieser Signale erzeugt die Neben-CPU 107 augenblicklich das entsprechende Antriebsrichtungssignal d5 oder d6, um dadurch im Zusammenwirken mit der UND-Schaltung 114 oder 115 (Schritt S114 in Fig. 8) die Drehung des Motors 105 in der durch das Antriebsrichtungssignal d3 oder d4 angegebenen Richtung zu ermöglichen.

Der Koinzidenz-/Diskrepanzsignal-Entscheidungsmodul der Neben-CPU 107 trifft eine Entscheidung darüber, ob sich das Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i in dem Zustand befindet, der eine Diskrepanz angibt (Schritt 115). Wird eine Diskrepanz bestimmt, dann bestimmt der Fehlerzustandsdauer-Entscheidungsmodul, ob sich der Diskrepanzzustand über eine vorbestimmte Zeit (z. B. 0,1 s) fortgesetzt hat. Insbesondere wird darüber eine Entscheidung getroffen, ob die Dauer des Signals einen maximalen Wert für die Dauer einer vorübergehenden Störung wie einem vorübergehenden Wechsel der Drehrichtung des Lenkrads überschreitet, was oben bereits erwähnt wurde (Schritt S120). Wird der maximale Wert nicht überschritten, dann wird entschieden, daß in dem System einschließlich der Schnittstellenschaltung 109 und der Haupt-CPU 106 kein Fehlerzustand auftritt. Ansonsten wird die Entscheidung getroffen, daß der betreffende Fehlerzustand vorliegt ("JA" im Schritt S120).

Wird im Schritt S115 entschieden, daß das Signal i eine Koinzidenz angibt, oder wird im Schritt S120 bestimmt, daß das System normal arbeitet, obwohl das Signal i eine Diskrepanz angibt, dann vergleicht der Motorantriebsrichtungs-Vergleichsmodul in einem Schritt S116 das Richtungssignal D2 oder E2, das die Richtung des Lenkdrehmoments angibt, wie es von der Neben-CPU 107 selbst bestimmt worden ist, mit dem von der Haupt-CPU 106 empfangenen Motorantriebs-Richtungssignal d3 oder d4. Wird zwischen beiden Signalen eine Koinzidenz gefunden, dann wird an den Energieversorgungs-Freigabemodul der Neben-CPU 107 ein entsprechendes Signal geliefert (Schritt S117). Wird dagegen eine Diskrepanz erfaßt, dann überprüft der Fehlerzustandsdauer-Entscheidungsmodul der Neben-CPU 107 in einem Schritt S119, ob sich der Diskrepanzzustand über eine vorbestimmte Zeit (z. B. 0,1 s) fortgesetzt hat. Ist die vorbestimmte Zeit oder Dauer nicht überschritten, dann wird entschieden, daß das System normal arbeitet, wodurch ein entsprechendes Signal an den Motorenergieversorgungs-Freigabemodul der Neben-CPU 107 geliefert wird (Schritt S117). Ansonsten wird die Entscheidung getroffen, daß ein Fehlerzustand vorliegt, wodurch die Motorenergieversorgung durch die Änderung des Logikpegels des Signals a22 gesperrt wird.

Genauer wird dann, wenn das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal i logisch auf "0" liegt, von dem Motorantriebsrichtungs-Entscheidungsmodul der Neben-CPU 107 entschieden, daß das System normal arbeitet, vorausgesetzt das von der CPU 107 erzeugte Lenkrichtungssignal D2 und E2 stimmt mit dem von der CPU 106 gesendeten Antriebsrichtungssignal d3 oder d4 überein. Liegt ferner das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal i nur während eines Zeitraums t logisch auf "1", der die vorbestimmte Dauer nicht überschreitet, dann wird eine Diskrepanz zwischen dem Lenkrichtungssignal D2 oder E2 und dem Antriebsrichtungssignal d3 oder d4 dahingehend interpretiert oder entschieden, daß keinerlei Fehlerzustand vorliegt, falls der Diskrepanzzustand sich nicht über die vorbestimmte Zeit fortsetzt. In diesem



Fall liefert der Motorenergieversorgungs-Freigabemodul der Neben-CPU 107 das Energieversorgungs-Freigabesignal a22 an die UND-Schaltung 113 (Schritt S117), während der Motorsteuermodul der Neben-CPU 107 das Motorantriebsrichtungssignal d5 der d6 als Motorantriebssteuerungs-Freigabesignal (Schritt S118) an die UND-Schaltung 114 oder 115 liefert.

Wird andererseits im Schritt S120 und/oder 119 aufgrund des Verstreichens einer längeren Zeit als der vorbestimmten Dauer ein Fehlerzustand entschieden, dann sperrt der Motorenergieversorgungs-Modul der Neben-CPU 107 die Energieversorgung, indem der Logikpegel des an die UND-Schaltung 113 angelegten Signals a22 invertiert wird (Schritt 121), während der Motorsteuerungs-Sperrmodul den Steuerbetrieb der Motortreiberschaltung 117 sperrt, indem das an die UND-Schaltung 114 oder 115 angelegte Signal d5 oder d6 zurückgesetzt wird (Schritt S122).

Aus der vorhergehenden Beschreibung ist zu verstehen, daß nach den in der zweiten Ausführungsform der Erfindung verkörperten Lehren die Lieferung des Freigabesignals an die Motorenergieversorgungs-Steuererschaltung 116 und damit die Energieversorgung an den Motor 105 gesperrt wird, wenn das die Diskrepanz angegebende Richtungskoinzidenz-/Diskrepanzsignal i aus der Haupt-CPU 106 noch über einen längeren Zeitraum als eine vorbestimmte Zeit ausgegeben wird oder wenn die Diskrepanz zwischen dem von der CPU 106 gesendeten Antriebsrichtungssignal und dem von der Neben-CPU 107 bestimmten Lenkrichtungssignal kontinuierlich über eine längere Zeitspanne als den vorbestimmten Wert erfaßt wird, selbst wenn das die Diskrepanz angegebende Signal innerhalb eines kürzeren Zeitraums als der vorbestimmten Zeit verschwindet. Damit läßt sich die Betriebszuverlässigkeit der Servolenksteuer Vorrichtung mittels einer vereinfachten und kostengünstigen Schaltungskonfiguration merklich verbessern. Darüber hinaus kann die Neben-CPU 107, die eine geringere Verarbeitungsleistung als die Haupt-CPU 106 aufweisen kann, aus einer handelsüblichen, kostengünstigen CPU gebildet sein. Auf diese Weise läßt sich für das motorgetriebene Lenksteuersystem eine hohe Sicherheit aufgrund einer Anordnung sicherstellen, bei der die elektrische Energieversorgung zu dem Antriebsmotor 105 gesperrt und die Motorantriebs-Steueroperation deaktiviert wird, wenn sich eine anormale Situation wie ein Überlauf der Haupt-CPU 106 oder eine ähnliche Störung dort und/oder bei den verschiedenen peripheren Einrichtungen über einen vorbestimmten Zeitraum fortsetzt, der einen Sicherheitszeitraum des Servolenksystems überschreitet, wodurch ein nachteiliger Einfluß des Fehlerzustands oder der Störung der Haupt-CPU 106 und anderer Komponenten auf das Servolenksystem definitiv auf ein Minimum unterdrückt werden kann.

Im Falle der zweiten Ausführungsform der oben beschriebenen Erfindung kann die Haupt-CPU darauf diagnostiziert werden, ob sie oder ihre peripheren Einrichtungen einem Fehlerzustand unterliegen. Allerdings sind keine Maßnahmen für die Diagnose eines Fehlerzustands in der Neben-CPU vorgesehen. Eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist auf ein Servolenksteuersystem mit einer Fehler- oder Fehlerzustandsdiagnosefunktion gerichtet, die es ermöglicht, daß die Haupt-CPU und die Neben-CPU einander diagnostizieren.

Fig. 11 zeigt in einem schematischen Schaltungsblockdiagramm die allgemeine Anordnung einer Steue-

5 rung für ein motorgetriebenes Servolenksystem nach einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Unter Bezug auf die Figur besteht eine Steuervorrichtung 301 aus einer Haupt-CPU 306, einer Neben-CPU 307 und ihren peripheren Einrichtungen und dient zur Verarbeitung eines über eine Schnittstellenschaltung 309 von einem Drehmomentsensor 303 ausgelesenen Lenkdrehmomentsignals  $S_T$  sowie eines über eine Schnittstellenschaltung 310 von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor ausgelesenen Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, um dadurch einen Antriebsstrom und eine Antriebsrichtung (Drehung im oder gegen den Uhrzeigersinn; d. h. Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung) eines Elektromotors 305 zu steuern, der seinerseits die auf ein (nicht gezeigtes) Lenkrad aufzubringende Lenk-  
15 kraft oder das Drehmoment steuert, um einen Fahrer bei der Handhabung des Lenkrads zu unterstützen.

Genauer erzeugt die Haupt-CPU 306 der Steuervorrichtung 301, die als Hauptarithmetikeinheit dient, auf der Grundlage des Lenkdrehmomentsignals  $S_T$  und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals  $S_V$  ein Energieversorgungs-Befehlssignal  $S_C$  zum Steuern der Energieversorgung an den Elektromotor 305, ein Antriebsrichtungssignal im Uhrzeigersinn (vorwärts)  $S_R$  oder ein Antriebsrichtungssignal  $S_L$  gegen den Uhrzeigersinn (rückwärts) auf der Basis des Ergebnisses der oben erwähnten, an dem Motorantriebsrichtungssignal durchgeführten Arithmetikoperation sowie ein Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IR}$  oder ein Gegenuhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IL}$ , das in Form eines PBM-(Pulsbreiten-Modulations)-Steuersignals abgegeben wird. Andererseits empfängt die Neben-CPU 307, die als Nebenprozessor oder -arithmetikeinheit dient, das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal  $S_R$ , das Gegenuhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal  $S_L$  und das Energieversorgungs-befehlssignal  $S_C$  von der Haupt-CPU 306 über einen Datenbus 312, um dadurch diese Signale  $S_R$ ,  $S_L$  und  $S_C$  in ein Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{KR}$  bzw. ein Gegenuhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{KL}$  und ein Energieversorgungs-Steuer- oder Freigabesignal  $S_S$  umzuwandeln. Die Schnittstellenschaltung 309 wandelt den Ausgang des Drehmomentsensors 303, so wie er eingegeben ist, in ein Lenkdrehmomentsignal  $S_T$  um, das dann über einen Datenbus 311 an die Haupt-CPU 306 und die Neben-CPU 307 geliefert wird. Eine zweite Schnittstellenschaltung 310 wandelt den von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 304 ausgelesenen Ausgang in ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal  $S_V$  um, das dann über den Datenbus 311 zu der Haupt-CPU 306 und der Neben-CPU 307 geliefert wird. Eine Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung 308, die über eine (nicht gezeigte) Sicherung von einer (ebenfalls nicht gezeigten) Batterie mit einer Gleichspannung versorgt wird, gibt eine stabilisierte Konstantspannung an die Haupt-CPU 306 und die Neben-CPU 307 ab.

Wie dies oben in Verbindung mit der ersten und der zweiten Ausführungsform beschrieben wurde, kann die Neben-CPU 307 aus einem Prozessor mit mäßiger Verarbeitungsfähigkeit im Vergleich zu der Haupt-CPU 306 gebildet sein, da sie einfach zur Umwandlung des von der Haupt-CPU 306 über den Datenbus 312 empfangenen Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignals  $S_R$  oder des Gegenuhrzeigersinnantriebs-Freigabesignals  $S_L$  und des Energieversorgungs-Befehlssignals  $S_C$  in das Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{KR}$  bzw. das Gegenuhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{KL}$  und das Energieversorgungs-Steuersignal  $S_S$  dient.

Darüber hinaus umfaßt die Steuervorrichtung 301 ei-

ne Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 316 zum Liefern von elektrischer Energie zu dem Elektromotor 305 über eine H-förmige Brückenschaltung 320, die durch Feldeffekttransistoren (im folgenden mit FET bezeichnet) Q1 und Q2 gebildet ist, deren Drain-Elektroden mit dem Energieversorgungs-Ausgangsanschluß der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 316 verbunden sind, sowie durch FETs Q3 und Q4, deren Drain-Elektroden mit der Source-Elektrode des FET Q1 bzw. Q2 verbunden sind, und deren Source-Elektroden mit Erdpotential verbunden sind, wobei (nicht gezeigte) Ankeranschlüsse des Motors 305 mit einem Übergang zwischen der Source-Elektrode des FETs Q1 und der Drain-Elektrode des FETs Q3 bzw. einem Übergang zwischen der Source-Elektrode des FETs Q2 und der Drain-Elektrode des FETs Q4 verbunden sind. Die Steuervorrichtung 301 umfaßt zusätzlich eine Motorantriebs-Steuerschaltung 317 zum Empfang des Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignals  $S_{IR}$  oder des Gegenuhrzeigersinnantriebs-Stromsignals  $S_{IL}$  von der Haupt-CPU 306 über eine im folgenden beschriebene UND-Schaltung 314 oder 315, um dadurch das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IR}$  oder das Gegenuhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IL}$  von der CPU 306 an die Gate-Elektrode des FETs Q1 oder des FETs Q2 anzulegen, während das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal  $S_R$  oder das Gegenuhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal  $S_L$  von der CPU an die Gate-Elektrode des FETs Q3 oder Q4 angelegt wird. Die UND-Schaltung 314 liefert das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IR}$  an die Motorantriebs-Steuerschaltung 317, wenn das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal  $S_{IR}$  von der Haupt-CPU 306 an einen Eingang und das von der Neben-CPU 307 aus gegebene Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal an den anderen Eingangsanschluß angelegt wird. Die zweite UND-Schaltung 315 gibt das Gegenuhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IL}$  an die Motorantriebs-Steuerschaltung 317 aus, wenn das von der Haupt-CPU 306 erzeugte Gegenuhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IL}$  an einen der Eingänge angelegt wird, wobei gleichzeitig von der Neben-CPU 307 das Gegenuhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{KL}$  auf dem hohen Pegel an den anderen Eingangsanschluß angelegt wird. Die dritte UND-Schaltung 313 gibt in Reaktion auf den Empfang eines Energieversorgungs-Befehlssignals  $S_C$  auf H-Pegel von der Haupt-CPU 306 sowie des Energieversorgungs-Steuersignals  $S_S$  auf H-Pegel von der Neben-CPU 307 ein Energieversorgungs-Freigabesignal  $S_D$  an die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 316 aus. Die Motorantriebs-Steuerschaltung 317, die UND-Schaltungen 314, 315 und 313 sowie die FETs Q1 bis Q4 arbeiten zusammen, um zusammen mit peripheren Schaltungen der CPUs 306 und 307 eine Motortreibereinheit zu bilden.

In Verbindung mit der dritten Ausführungsform ist es wichtig zu bemerken, daß die Haupt-CPU 306 und die Neben-CPU 307 gegenseitig eine Fehlerzustandsdiagnose über arithmetische Verarbeitung sowie eine Fehlerdiagnose der peripheren Einrichtungen durchführen, indem das über die Schnittstellenschaltung 309 bzw. 310 eingegebene Lenkdrehmomentsignal  $S_T$  und das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal  $S_V$  entsprechend verarbeitet werden. Zu diesem Zeitpunkt sollte bemerkt werden, daß der Ausdruck "gegenseitige Fehlerzustandsdiagnose" eine Diagnose bedeutet, die auf der Grundlage des Vergleichsergebnisses zwischen dem von der Neben-CPU 307 selbst arithmetisch bestimmten Antriebsrichtungssignal des Motors 305 und dem von der Haupt-

CPU 306 übertragenen Antriebsrichtungssignal durchgeführt wird. In diesem Fall wird dann, wenn zwischen den beiden oben erwähnten Antriebssignalen eine Diskrepanz sich länger als eine vorbestimmte Zeit, z. B. 0,1 s fortsetzt, bestimmt, daß die Haupt-CPU 306 einem Fehlerzustand unterliegt.

Soweit in der Haupt-CPU 306 kein Fehlerzustand auftritt, gibt die CPU 306 ein Übertragungsauslösesignal  $T$  an die Neben-CPU 7 aus, dem dann die Übertragung des Energieversorgungs-Befehlssignals  $S_C$  und des Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignals  $S_R$  oder des Gegenuhrzeigersinnantriebs-Richtungssignals  $S_L$  als Motorsteuerdaten an die Neben-CPU 307 über den Datenbus 312 folgt. Dagegen wird die Übertragung der Motorsteuerungs-Ausgangsdaten gesperrt, wenn in der Haupt-CPU 306 ein Fehlerzustand auftritt. In diesem Fall wird die Neben-CPU 307 über das Auftreten eines Fehlerzustands informiert. Gleichzeitig wird das Energieversorgungs-Befehlssignal  $S_C$  auf L-Pegel gesetzt und die Lieferung des Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignals  $S_{IR}$  oder des Gegenuhrzeigersinnantriebs-Stromsignals  $S_{IL}$  sowie des Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignals  $S_R$  oder des Gegenuhrzeigersinnantriebs-Richtungssignals  $S_L$  an die Motorantriebs-Steuerschaltung 317 gestoppt.

Wird andererseits als Ergebnis der vergleichsbasierenden Diagnoseverarbeitung kein Fehlerzustand erfaßt, dann sendet die Neben-CPU 307 an die Haupt-CPU 306 ein periodisches Signal  $P$ , das den Signalpegel nach Ablauf jedes Betriebszyklus zwischen dem H-Pegel und dem L-Pegel ändert, während sie das Energieversorgungs-Steuersignal  $S_S$  in einen Eingangsanschluß der UND-Schaltung 313 eingibt, wobei eines aus dem Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal

$S_{KR}$  und dem Gegenuhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{KL}$  an einen Eingangsanschluß der UND-Schaltung 314 und 315 angelegt wird. Außerdem wird dann, wenn die Diagnose die Erfassung eines Fehlerzustands ergibt, das Senden des Periodensignals  $P$  zu der Haupt-CPU 306 unterbrochen, um dadurch die Haupt-CPU 306 vom Auftreten eines Fehlerzustands zu informieren. Zu diesem Zweck sind die Haupt-CPU 306 und die Neben-CPU 307 mit einer Sende-/Empfangseinrichtung und einer Signalunterbrechungseinrichtung ausgestattet.

Die Beschreibung ist als nächstes auf den Betrieb der Servolenksteuerung nach der vorliegenden Ausführungsform gerichtet. Fig. 12 und 13 sind Flußdiagramme zur Veranschaulichung des Betriebs der Steuervorrichtung nach der dritten Ausführungsform der Erfindung. Zunächst wird angenommen, daß weder die Haupt-CPU 306 noch die Neben-CPU 307 einem Fehlerzustand unterliegt.

In den Schritten S200 und S201 liest die Haupt-CPU 306 über die als Eingabeinrichtung dienende Schnittstelle 309 bzw. 310 das Lenkdrehmomentsignal  $S_T$  von der Neben-CPU 307 und das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal  $S_V$  von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 304 aus.

Auf der Grundlage des eingegebenen Lenkdrehmomentsignals  $S_T$  und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals  $S_V$  bestimmt die Haupt-CPU 306 arithmetisch das Tastverhältnis des PBM-(Pulsbreitenmodulations)-Steuersignals, das beispielsweise das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal  $S_{IR}$  sowie das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal  $S_R$  als Motorsteuerungs-Ausgangsdatensignale (Schritt S202) darstellt. Danach liest die Neben-CPU 307 in einem Schritt 5203 Daten des Periodensignals  $P$  aus einem (nicht gezeigten) Speicher

aus, die das Vorhandensein oder die Abwesenheit eines Fehler angeben, um dadurch in einem Schritt S204 eine Fehlerzustandsdiagnose durchzuführen. Auf der Grundlage des Ergebnisses der Fehlerzustandsdiagnose wird im Schritt S205 eine Entscheidung getroffen, ob in der Neben-CPU 307 oder anderen ein Fehlerzustand oder ein Fehler auftritt oder nicht. In diesem Fall wird angenommen, daß kein Fehlerzustand auftritt. Dementsprechend sendet die Haupt-CPU 306 an die Neben-CPU 307 das Übertragungsauslösesignal T und dann in einem Schritt S206 das Energieversorgungs-Befehlssignal Sc und das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal S<sub>R</sub>.

Nach dem oben beschriebenen Senden der Motorsteuerungs-Ausgangsdaten liefert die Haupt-CPU 306 das Energieversorgungs-Befehlssignal Sc auf dem H-Pegel zu dem einen Eingangsanschluß der UND-Schaltung 313, da die Diagnose keinen Fehlerzustand ergibt (Schritt S207), und sie gibt zusätzlich in einem Schritt S208 als Motorantriebs-Signale das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal S<sub>IR</sub> und das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal S<sub>R</sub> aus. In diesem Fall müssen die FETs Q1 und Q4 angeschaltet werden, um die Drehung des Elektromotors 305 im Uhrzeigersinn zu steuern. Dementsprechend wird im Schritt S208 das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal S<sub>IR</sub> ausgegeben, um an einen Eingangsanschluß der UND-Schaltung 314 angelegt zu werden, wobei das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal S<sub>R</sub> an die Motorantriebs-Steuerschaltung 317 angelegt wird.

Andererseits liest die Neben-CPU 307 parallel zu der von der Haupt-CPU 306 durchgeführten Verarbeitung in den Schritten S300 und S301 über die Schnittstellenschaltung 309 das Lenkdrehmomentsignal S<sub>T</sub> von dem Drehmomentsensor 303 und über die Schnittstellenschaltung 310 das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal S<sub>V</sub> von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 304 aus.

Auf der Grundlage des eingegebenen Lenkdrehmomentsignals S<sub>T</sub> und das Fahrzeuggeschwindigkeitssignals S<sub>V</sub> bestimmt die Neben-CPU 307 in einem Schritt S302 arithmetisch die Motorantriebsrichtung (d. h. die Richtung, in der der Motor anzutreiben ist). Danach liest die Neben-CPU 307 in einem Schritt S303 aus einem (nicht gezeigten) Speicher die Daten aus, die den von der Haupt-CPU 306 gesendeten Motorsteuerungs-Ausgangsdaten entsprechen, und überprüft auf der Grundlage eines Operationszyklus der Haupt-CPU 306, ob die ausgelesenen Daten mit den von der Haupt-CPU 306 gesendeten Motorsteuerungs-Ausgangsdaten übereinstimmen, um dadurch die Diagnose durchzuführen, ob die Haupt-CPU 306 einem Fehlerzustand oder einem Fehler unterliegt, indem das von der Haupt-CPU 306 übertragene Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal S<sub>R</sub> mit dem von der Neben-CPU 307 selbst bestimmten Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal übereinstimmt. Auf diese Weise wird nicht nur eine Diagnose der von der Haupt-CPU 306, sondern auch der von der Neben-CPU 307 durchgeführten Verarbeitung bewirkt (Schritt S304). Auf der Grundlage dieser Diagnose wird eine Entscheidung darüber getroffen, ob ein Fehlerzustand auftritt (Schritt S305). Wird entschieden, daß das System normal arbeitet, dann wird der Ausgangspegel des an die Haupt-CPU 306 gesendeten Periodensignals P invertiert, z. B. von H- auf L-Pegel. Das Periodensignal P mit L-Pegel wird bis zu dem darauffolgenden Operationszyklus der Neben-CPU 307 aufrechterhalten (Schritt S306).

Bei Empfang des Periodensignals P mit L-Pegel legt die Haupt-CPU 306 an einen Eingang der UND-Schal-

tung 313 das Energieversorgungs-Steuersignal S<sub>s</sub> mit H-Pegel an, um die Energieversorgung zu der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 316 freizugeben, wobei der andere Eingang der UND-Schaltung 313 mit dem Energieversorgungs-Befehlssignal Sc versorgt wird (Schritt S307). In Reaktion auf das Anlegen des Energieversorgungs-Steuersignals S<sub>s</sub> gibt die UND-Schaltung 313 das Energieversorgungs-Freigabesignal S<sub>p</sub> mit H-Pegel an die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 316 aus, um deren Energieversorgungsbetrieb zu ermöglichen. Um die Ausgabe des Motortreiber-Stromsignals durch die Haupt-CPU 306 zu ermöglichen, legt die Neben-CPU 307 im übrigen an einen Eingangsanschluß der UND-Schaltung 314 das Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal S<sub>KR</sub> auf der Grundlage der von der Haupt-CPU 306 übertragenen Motorsteuerdaten an, wobei zu diesem Zeitpunkt das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal S<sub>IR</sub> von der Haupt-CPU 306 an den anderen Eingangsanschluß der UND-Schaltung 314 angelegt wird (Schritt S308).

Als Ergebnis reagiert die Motortreiber-Steuerschaltung 317 auf den Ausgang der UND-Schaltung 314, um dadurch an die Gate-Elektrode des FETs Q1 das Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignal S<sub>IR</sub> mit einem vorbestimmten Tastverhältnis anzulegen, während das von der Haupt-CPU 306 ausgegebene Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal S<sub>R</sub> an die Gate-Elektrode des FETs Q4 angelegt wird. Damit wird der FET Q1 wiederholt mit einer Frequenz an- und ausgeschaltet, die dem Tastverhältnis des Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignals S<sub>IR</sub> entspricht. Andererseits wird der FET Q4 so lange im leitenden Zustand (Durchlaßzustand) gehalten, wie das Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignal S<sub>R</sub> an seine Gate-Elektrode angelegt wird. Folglich fließt ein elektrischer Strom von der Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung 316 durch den FET Q1, den Elektromotor 305 und den FET Q4 zu Erde.

Es ist leicht zu verstehen, daß die "Ein"-Dauer des PBM-Pulssignals länger wird, während das Tastverhältnis des an die Gate-Elektrode des FETs Q1 angelegten Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignals S<sub>IR</sub> ansteigt, was seinerseits bedeutet, daß der Zeitraum verlängert ist, während dessen der FET Q1 im leitenden Zustand bleibt, verlängert wird und damit der Motorstrom des Elektromotors 305 sowie das dadurch erzeugte Lenkhilfedrehmoment entsprechend ansteigt. Auf diese Weise läßt sich das Drehmoment des Elektromotors 305 steuern, indem das Tastverhältnis des Uhrzeigerantriebs-Stromsignals S<sub>IR</sub> variabel gestaltet wird.

Aus der vorstehenden Beschreibung wird deutlich, daß sich aufgrund der über das Zusammenwirken der Haupt-CPU 306 und der Neben-CPU 307 durchgeführten Fehlerzustandsdiagnosen eine hohe oder verbesserte Zuverlässigkeit bei der durch den Elektromotor unter Kontrolle der Haupt-CPU 306 und der Neben-CPU 307 durchgeführten Steuerung des Lenkdrehmoments realisieren läßt.

Als nächstes wendet sich die Beschreibung den Verarbeitungsoperationen der Neben-CPU 307 für den Fall zu, daß von der Haupt-CPU 306 das Auftreten eines Fehlers oder eines Fehlerzustands entschieden wird. Nun wird beispielsweise angenommen, daß die Haupt-CPU 306 in dem Entscheidungsschritt S205 auf der Grundlage der im Diagnoseschritt S204 durchgeführten Fehlerzustandsdiagnose das Auftreten eines Fehlerzustands bestimmt. In diesem Fall wird verhindert, daß die von der Haupt-CPU 306 im Schritt S202 arithmetisch bestimmten Motorsteuerdaten zu der Neben-CPU 307

übertragen werden (Schritt S209). Genauer unterbricht die Haupt-CPU 306 die Übertragung der Motorsteuerdaten über einen längeren Zeitraum als einen Operationszyklus der Haupt-CPU 306, um dadurch die Neben-CPU 307 über das Auftreten eines Fehlerzustands zu informieren.

Nach der Verarbeitung zum Anhalten des Sendens der Motorsteuerdaten hebt die Haupt-CPU 306 das an die UND-Schaltung 313 angelegte Energieversorgungs-Befehlssignal  $S_c$  auf, um dadurch die Energieversorgung zu dem Elektromotor 305 anzuhalten, so daß sichergestellt ist, daß die Erzeugung des Lenkdrehmoments zuverlässig gesteuert wird (Schritt S210). Zusätzlich wird nach der Unterbrechung des an die UND-Schaltung 314 angelegten Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignals  $S_{ir}$  die Lieferung des Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignals  $S_r$  zu der Motorantriebs-Steuerschaltung 317 unterbrochen, wodurch die Lieferung des Motorantriebsstroms an den Elektromotor 305 definitiv verhindert ist (Schritt S211).

Andererseits liest die Neben-CPU 307 im Schritt S303 bei der Motorsteuerdaten-Empfangsverarbeitung Motorsteuerdaten aus dem nicht gezeigten Speicher aus, um ihren Inhalt zu überprüfen, und sie führt in einem Schritt S304 die Fehlerzustandsdiagnose durch. Wird als Ergebnis dieser Diagnose bestätigt, daß die Motorsteuerdaten nicht von der Haupt-CPU 306 übertragen werden, dann entscheidet die Neben-CPU 307, daß ein Fehlerzustand oder ein Fehler in der Haupt-CPU 306 und/oder ihren peripheren Geräten vorliegt (Schritt S305).

Daraufhin sendet die Neben-CPU 307 das Periodensignal  $P$  mit L- oder H-Pegel zu der Haupt-CPU 306, um dadurch die Haupt-CPU 306 darüber zu informieren, daß die Neben-CPU 307 selbst die Verarbeitung der Lenkdrehmoment-Erzeugungssteuerung stoppt. Daraufhin stoppt die Neben-CPU 307 das Senden des Energieversorgungs-Steuer- oder Freigabesignals  $S_s$  zu der UND-Schaltung 313, um dadurch den Motorenergieversorgungsanhalte-Verarbeitungsschritt S310 durchzuführen, während die Lieferung des Antriebsstroms zu dem Elektromotor 305 gesperrt wird, indem das an die UND-Schaltung 314 angelegte Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignal  $S_{kr}$  aufgehoben wird (Schritt S311). Auf diese Weise werden die von der Haupt-CPU 306 durchgeführte Motorenergieversorgungs-Unterbrechungsverarbeitung sowie die Motorsteuerdaten-Sperrverarbeitung durch die Neben-CPU 307 redundant verstärkt.

Als nächstes wird die Verarbeitungsoperation der Haupt-CPU 306 beschrieben, wenn das Auftreten eines Ausfalls oder eines Fehlerzustands an der Seite der Neben-CPU 307 entschieden wird. Es wird angenommen, daß die Neben-CPU 307 in einem Diagnoseschritt S305 das Auftreten eines Fehlerzustands erfaßt. In diesem Fall wird die Übertragung des Periodensignals  $P$  mit einem festen L- oder H-Pegel an die Haupt-CPU 306 angehalten (Schritt S309), wodurch die Haupt-CPU 306 über das Auftreten des Fehlerzustands in der Neben-CPU 307 und/oder peripheren Einrichtungen informiert wird.

In Folge der Verarbeitung zum Anhalten der Übertragung des Periodensignals  $P$  hebt die Neben-CPU 307 das an die UND-Schaltung 313 angelegte Energieversorgungs-Steuersignal  $S_s$  auf, um dadurch in einem Schritt S310 die Energieversorgung zu dem Elektromotor 305 zu unterbrechen. Zusätzlich stoppt die Neben-CPU 307 das Anlegen des Uhrzeigersinnantriebs-Freigabesignals  $S_{kr}$  an die UND-Schaltung 314, um dadurch die Lieferung der Motorsteuerdaten durch di

Haupt-CPU 306 zu sperren (Schritt S311).

Andererseits liest die Haupt-CPU 306 bei der Empfangsverarbeitung des Periodensignals  $P$  Daten des Periodensignals  $P$  aus dem nicht gezeigten Speicher aus, um den Inhalt des Periodensignals  $P$  in dem Schritt S203 zu bestätigen, woraufhin in einem Schritt S204 eine Fehlerzustandsdiagnoseverarbeitung durchgeführt wird. Gibt das Ergebnis dieser Diagnose an, daß das Periodensignal  $P$  nicht von der Neben-CPU 307 übertragen wird, dann bestimmt die Haupt-CPU 306, daß in der Neben-CPU 307 und/oder peripheren Geräten ein Fehlerzustand vorliegt (Schritt S205).

Als nächstes stoppt die Haupt-CPU 306 die Übertragung der Motorsteuerdaten zu der Neben-CPU 307, um diese darüber zu informieren, daß die Haupt-CPU 306 die Lenkdrehmomenterzeugungs-Steuerverarbeitung anhält (Schritt S209). Daraufhin hebt die Haupt-CPU 306, um deutlicher die Unterbrechung der Motorenergieversorgung sowie der Motorsteuerdaten von der Neben-CPU 307 sicherzustellen, das Motorenergieversorgungs-Befehlssignal  $S_c$  von der UND-Schaltung 313 auf, um dadurch die Energieversorgung zu dem Elektromotor 305 zu stoppen (Schritt S210). Im übrigen unterbricht die Haupt-CPU 306 zusätzlich zum Anhalten des an die UND-Schaltung 314 ausgegebenen Uhrzeigersinnantriebs-Stromsignals  $S_{ir}$  die Lieferung des Uhrzeigersinnantriebs-Richtungssignals  $S_r$  an die Motorantriebs-Steuereinheit 317, um dadurch in einem Schritt S211 die Lieferung des Antriebsstroms an den Elektromotor 305 zu unterbrechen.

Aus der vorstehenden Beschreibung ist demnach zu verstehen, daß nach den in der dritten Ausführungsform verkörperten Lehren der Erfindung nicht nur die Haupt-CPU 306 bei Erfassung eines Fehlers oder Fehlerzustands als Ergebnis der Fehlerzustandserfassung die Lenkdrehmomenterzeugung stoppt, sondern auch die Neben-CPU 307 die Verarbeitung zur Lenkdrehmoment-Erzeugungssteuerung durchführt. Auf diese Weise läßt sich die Zuverlässigkeit der Lenkhilfsdrehmoment-Erzeugung durch den Elektromotor 305 aufgrund der Tatsache merklich verbessern, daß durch die Neben-CPU 307 eine Redundanz zur Ergänzung der von der Haupt-CPU 306 durchgeführten Lenkdrehmoment-Erzeugungssteuerung selbst dann vorgesehen ist, wenn die Drehmomenterzeugungssteuerung der Haupt-CPU 306 unzureichend oder unvollständig ist, da in der Haupt-CPU 306 ein Fehlerzustand vorliegt.

#### Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für ein motorgetriebenes Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs, wobei das motorgetriebene Servolenksystem einen mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbundenen Elektromotor zur Erzeugung eines Hilfsdrehmoments umfaßt, um die Handhabung des Lenkrads des Kraftfahrzeugs zu erleichtern, wobei diese Vorrichtung aufweist:
  - eine Drehmomentsensoreinrichtung zum Erfassen eines auf einen Lenkmechanismus des Kraftfahrzeugs aufgetragenen Drehmoments, mit dem der Elektromotor wirksam gekoppelt ist;
  - eine Fahrzeuggeschwindigkeitssensoreinrichtung zum Erfassen der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs;
  - eine erste Prozessoreinrichtung, die wenigstens mit der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeitssensoreinrichtung wirksam

verbunden ist, um arithmetisch ein von dem Elektromotor zu erzeugendes Hilfsdrehmoment sowie eine Antriebsrichtung zu bestimmen, in der der Motor auf der Grundlage der Ausgänge der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung angetrieben werden soll, um dadurch ein Hilfsdrehmomentsignal bzw. ein erstes Antriebsrichtungssignal zu erzeugen;

eine mit der ersten Prozessoreinrichtung wirksam verbundene Motorantriebs-Steuereinrichtung, um den Betrieb des Elektromotors nach dem Hilfsdrehmomentsignal und dem ersten, von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Antriebsrichtungssignal zu steuern;

eine zweite Prozessoreinrichtung, die mit der Drehmomentsensoreinrichtung und der ersten Prozessoreinrichtung wirksam verbunden ist, um arithmetisch die Antriebsrichtung des Motors auf der Grundlage von Ausgängen der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung zu bestimmen, um dadurch das erste, von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferte Antriebsrichtungssignal mit einem Signal zu vergleichen, das die von der zweiten Prozessoreinrichtung bestimmte Antriebsrichtung angibt, und ein zweites Antriebsrichtungssignal zu erzeugen;

sowie eine Logikeinrichtung, die mit Ausgängen der ersten und der zweiten Prozessoreinrichtung und der Eingangsseite der Motorantriebs-Steuereinrichtung wirksam verbunden ist, um deren Steuerbetrieb freizugeben, wenn das von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferte Drehmomenthilfssignal und das zweite, von der zweiten Prozessoreinrichtung gelieferte Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, ferner enthaltend:

eine Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung, die mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbunden ist, um an die erste und die zweite Prozessoreinrichtung eine elektrische Energie mit konstanter Spannung zu liefern; sowie

eine Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung, um die Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle zu dem Elektromotor zu steuern, wobei die erste Prozessoreinrichtung eine erste Spannungssignal-Erzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines ersten Spannungssignals umfaßt, das eine Ausgangsspannung der Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung angibt;

wobei das erste Spannungssignal zu der zweiten Prozessoreinrichtung übertragen und gleichzeitig zu der Logikeinrichtung ausgegeben wird;

wobei die zweite Prozessoreinrichtung eine zweite Spannungssignal-Erzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines zweiten Spannungssignals umfaßt, das die an den zweiten Prozessor gelieferte Ausgangsspannung der Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung angibt, sowie eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich des ersten Spannungssignals mit dem zweiten Spannungssignal, um dadurch ein Ausgangssignal zu erzeugen, wenn der Vergleich eine Koinzidenz zwischen dem ersten und dem zweiten Spannungssignal ergibt; und

wobei die Logikeinrichtung eine erste Logikprodukteinrichtung umfaßt, um ein Signal zur Freigabe der Energieversorgung v n d r Hauptenergiever-

sorgungsquelle über die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung zu dem Elektromotor zu erzeugen, wenn ein Ausgangssignal der ersten Logikprodukteinrichtung eine logische Koinzidenz zwischen dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten ersten Spannungssignal und dem von der zweiten Prozessoreinrichtung gelieferten Ausgangssignal angibt.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung ein Schaltelement umfaßt, das in Reaktion auf einen Ausgang der Logikprodukteinrichtung an- oder abgeschaltet wird, um dadurch die Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle zu dem Elektromotor nur dann zuzulassen, wenn der Ausgang der ersten Logikprodukteinrichtung eine logische Koinzidenz zwischen dem ersten Spannungssignal von der ersten Prozessoreinrichtung und dem Ausgangssignal von der zweiten Prozessoreinrichtung angibt.

4. Steuervorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, bei welcher der Elektromotor von der Hauptenergieversorgungsquelle mit elektrischer Energie in Form eines Pulsstroms mit einem Tastverhältnis versorgt wird, das von einem Schaltkreis gesteuert wird, der seinerseits von einem Pulsweiten-Modulationssignal gesteuert wird, das von der Motorantriebs-Steuereinrichtung nach dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Antriebsrichtungssignal erzeugt wird, wenn der Steuerbetrieb der Motorantriebs-Steuereinrichtung freigegeben ist.

5. Steuervorrichtung nach Anspruch 4, bei welcher der Schaltkreis einen ersten und einen zweiten Schaltstromkreis umfaßt, um den Elektromotor abwechselnd in der einen oder der anderen, entgegengesetzten Drehrichtung anzutreiben.

6. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welcher die Logikeinrichtung eine zweite Logikprodukteinrichtung umfaßt, um ein Logikprodukt des von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Lenkdrehmomentsignals und des von der zweiten Prozessoreinrichtung gelieferten Ausgangssignals zu bestimmen, wobei das Ausgangssignal das Ergebnis des von der zweiten Prozessoreinrichtung durchgeführten Vergleichs angibt; wobei die zweite Logikprodukteinrichtung den Betrieb der Motorantriebs-Steuereinrichtung in Abhängigkeit von dem Logikprodukt freigibt, um dadurch den Betrieb der Motorantriebs-Steuerschaltung zu sperren, falls das Hilfsdrehmomentsignal und das Ausgangssignal nicht logisch übereinstimmen.

7. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welcher die zweite Logikeinrichtung eine erste und eine zweite UND-Schaltung umfaßt; wobei die erste UND-Schaltung ein erstes Hilfsdrehmomentsignal von der ersten Prozessoreinrichtung, das ein von dem Elektromotor in einer ersten Drehrichtung zu erzeugendes Hilfsdrehmoment angibt, sowie ein erstes Antriebsrichtungssignal von der zweiten Prozessoreinrichtung empfängt, das eine Drehrichtung angibt, wobei die erste UND-Schaltung ein Logikproduktsignal erzeugt, um den Betrieb der Motorantriebs-Steuerschaltung freizugeben, wenn das erste Hilfsdrehmomentsignal und das erste Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen;



wobei die zweite UND-Schaltung ein zweites Hilfsdrehmomentsignal von der ersten Prozessoreinrichtung, das ein von dem Elektromotor in der anderen Drehrichtung zu erzeugendes Hilfsdrehmoment angibt, die der einen Drehrichtung entgegengesetzt ist, zusammen mit einem zweiten Antriebsrichtungssignal von der zweiten Prozessoreinrichtung empfängt, das der anderen Drehrichtung entspricht, wobei die zweite UND-Schaltung ein Logikproduktsignal erzeugt, um den Betrieb der Motorantriebs-Steuerschaltung freizugeben, wenn das zweite Hilfsdrehmomentsignal und das zweite Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen.

8. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei welcher der Elektromotor von der Hauptenergieversorgungsquelle mit elektrischer Energie in Form eines Pulsstroms mit einem Tastverhältnis versorgt wird, das von einem Schaltkreis gesteuert wird, der seinerseits von einem Pulsmodulationssignal gesteuert wird, das von der Motorantriebs-Steuereinrichtung nach dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Antriebsrichtungssignal erzeugt wird, wenn der Steuerbetrieb der Motorantriebs-Steuereinrichtung freigegeben ist.

9. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei welcher der Schaltkreis einen ersten und einen zweiten Schaltstromkreis umfaßt, um den Elektromotor abwechselnd in einer Drehrichtung oder in einer dieser entgegengesetzten Drehrichtung anzutreiben.

10. Steuervorrichtung für ein motorgetriebenes Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs, bei welcher das motorgetriebene Servolenksystem einen mit einer Hauptenergieversorgungsquelle elektrisch verbundenen Elektromotor umfaßt, um ein Hilfsdrehmoment zum Erleichtern der Handhabung des Lenkrads des Kraftfahrzeugs zu erzeugen, wobei die Steuervorrichtung aufweist:

- eine Drehmomentsensoreinrichtung zum Erfassen eines auf den Lenkmechanismus des Kraftfahrzeugs aufgetragenen Drehmoments, mit dem der Elektromotor wirksam verbunden ist;
- eine Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Fahrzeuggeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs;
- eine erste, mit der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung wirksam verbundene Prozessoreinrichtung zur arithmetischen Bestimmung eines von dem Elektromotor zu erzeugenden Hilfsdrehmoments sowie einer Antriebsrichtung, in der der Motor auf der Grundlage der Ausgänge der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung angetrieben werden soll, um dadurch ein Hilfsdrehmomentsignal, ein Motorantriebs-Richtungssignal und ein Koinzidenz-/Diskrepanzsignal zu erzeugen, das die Koinzidenz oder Diskrepanz zwischen dem Motorantriebs-Richtungssignal und einem ersten Lenkrichtungssignal darstellt, das eine Richtung des Lenkdrehmoments angibt;
- eine mit der ersten Prozessoreinrichtung wirksam verbundene Motorantriebs-Steuereinrichtung zur Steuerung des Antriebs des Elektromotors nach dem von dem ersten Prozessor gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Motorantriebs-Richtungssignal;

eine zweite, mit der Drehmomentsensoreinrichtung und der ersten Prozessoreinrichtung wirksam verbundene Prozessoreinrichtung, die mit dem Koinzidenz-/Diskrepanzsignal und dem Motorantriebs-Richtungssignal von der ersten Prozessoreinrichtung versorgt wird, um dadurch eine Entscheidung zu treffen, ob ein Koinzidenz- oder Diskrepanzzustand zwischen dem Motorantriebs-Richtungssignal und einem von der zweiten Prozessoreinrichtung erzeugten, zweiten Lenkrichtungssignal vorliegt, sowie eine Entscheidung bezüglich der zeitlichen Dauer des Diskrepanzzustandes, falls dieser beschlossen ist, auf der Grundlage des Koinzidenz-/Diskrepanzsignals und des Ausgangs des Drehmomentsensors zu treffen, um dadurch an die Motorantriebs-Steuereinrichtung ein Freigabe-/ Sperrsignal zur Freigabe oder zum Sperren der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals an die Motorantriebs-Steuereinrichtung von der ersten Prozessoreinrichtung in Abhängigkeit von dem Ergebnis der obengenannten Entscheidung zu liefern.

11. Steuervorrichtung nach Anspruch 10, bei welcher die zweite Prozessoreinrichtung eine Einrichtung zum Sperren wenigstens der elektrischen Energieversorgung zum Motor oder der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals an die Motortreiberschaltung umfaßt, wenn die Entscheidung ergibt, daß sich der Diskrepanzzustand über eine Dauer fortgesetzt hat, die einen vorbestimmten Wert überschreitet.

12. Steuervorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei welcher die erste Prozessoreinrichtung umfaßt:

- eine Motorsteuerungs-Arithmetikeinrichtung zum Erzeugen des Hilfsdrehmomentsignals und des Motorantriebs-Richtungssignals auf der Grundlage der Ausgänge der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung;

- eine Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikeinrichtung zum Erzeugen eines ersten Lenkrichtungssignals auf der Grundlage des Drehmomentsensors unabhängig von der Motorsteuerungs-Arithmetikeinrichtung;

- eine Motorsteuerungs-Ausgangseinrichtung zum Liefern des Hilfsdrehmomentsignals und des Motorantriebs-Richtungssignals an die Motorantriebs-Steuereinrichtung;

- sowie eine mit den Ausgängen der Motorsteuerungs-Arithmetikeinrichtung und der Lenkrichtungs-Arithmetikeinrichtung wirksam verbundene Motorsteuerungs-Signalübertragungseinrichtung, um das Motorantriebs-Richtungssignal und das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal an die zweite Prozessoreinrichtung zu senden;

wobei die Motorsteuerungs-Signalübertragungseinrichtung eine Vergleichseinrichtung umfaßt, um das von der Motorsteuerungs-Arithmetikeinrichtung gelieferte Motorantriebs-Richtungssignal mit dem ersten, von der Lenkdrehmomentrichtungs-Arithmetikeinrichtung gelieferten Lenkrichtungssignal zu vergleichen, um dadurch das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal auf einen ersten oder einen zweiten Logikpegel zu setzen, der ein Koinzidenz oder eine Diskrepanz zwischen dem Motorantriebs-Richtungssignal und dem ersten Lenkrichtungssignal darstellt.

13. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche



10 bis 12, bei welcher die zweite Prozessoreinrichtung umfaßt:

eine Motorsteuerdaten-Empfangseinrichtung zum Empfang des Motorantriebs-Richtungssignals und des Koinzidenz-/Diskrepanzsignals;

eine erste Entscheidungseinrichtung, um zu entscheiden, ob das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal auf einem Pegel liegt, der den Diskrepanzzustand angibt;

eine zweite, auf die Entscheidung der ersten Entscheidungseinrichtung, daß das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal den Diskrepanzzustand angibt, reagierende Entscheidungseinrichtung, um dadurch zu entscheiden, ob sich der Diskrepanzzustand länger als eine vorbestimmte Dauer fortgesetzt hat;

sowie eine Ausgangseinrichtung zum Erzeugen eines Signals zum Sperren wenigstens der elektrischen Energieversorgung an den Motor oder der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals an die Motorantriebs-Steuereinrichtung, wenn von der zweiten Entscheidungseinrichtung entschieden ist, daß sich der Diskrepanzzustand länger als eine vorbestimmte Dauer fortgesetzt hat.

14. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei welcher die zweite Prozessoreinrichtung umfaßt:

eine Lenkrichtungs-Arithmetikeinrichtung zum Erzeugen eines zweiten Lenkrichtungssignals, das die Richtung des auf das Lenkrad aufgebrachten Drehmoments auf der Grundlage des Ausgangs der Drehmomentsensoreinrichtung angibt;

eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich des zweiten Lenkrichtungssignals mit dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Motorantriebs-Richtungssignal, um dadurch zu entscheiden, ob das zweite Lenkrichtungssignal mit dem Motorantriebs-Richtungssignal übereinstimmt oder nicht;

eine dritte Entscheidungseinrichtung, die auf die Entscheidung der Vergleichseinrichtung reagiert, daß das zweite Lenkrichtungssignal nicht mit dem Motorantriebs-Richtungssignal übereinstimmt, um dadurch zu entscheiden, ob der Diskrepanzzustand, in dem das zweite Lenkrichtungssignal nicht mit dem Motorantriebs-Richtungssignal übereinstimmt, sich länger als eine zweite vorbestimmte Dauer fortgesetzt hat; sowie

eine Ausgangseinrichtung zum Erzeugen eines Signals, das wenigstens die Energieversorgung zu dem Motor oder die Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals zu der Motorantriebs-Steuereinrichtung sperrt, wenn die von der zweiten Entscheidungseinrichtung getroffene Entscheidung positiv ist.

15. Steuervorrichtung nach Anspruch 14, bei welcher die zweite und die dritte Entscheidungseinrichtung zusammenwirken, um eine Einrichtung zur Freigabe der elektrischen Energieversorgung zu dem Motor und der Lieferung des Hilfsdrehmomentsignals zu der Motorantriebs-Steuereinrichtung selbst dann zu bilden, wenn das Motorantriebs-Richtungssignal und das zweite Lenksignal nicht miteinander übereinstimmen, solange das Koinzidenz-/Diskrepanzsignal den Diskrepanzzustand angibt.

16. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, enthaltend:

eine Logikeinrichtung, die mit den Ausgängen der ersten Prozessoreinrichtung und der zweiten Prozessoreinrichtung sowie dem Eingang der Motorantriebs-Steuereinrichtung wirksam verbunden ist, um deren Steuerbetrieb freizugeben, wenn das von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferte Drehmomenthilfssignal und das von der zweiten Prozessoreinrichtung gelieferte, zweite Antriebsrichtungssignal logisch übereinstimmen.

17. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, ferner enthaltend:

eine Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung, die mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbunden ist, um an die erste und die zweite Prozessoreinrichtung eine elektrische Energie mit konstanter Spannung zu liefern; sowie

eine Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung, um die Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle zu dem Elektromotor zu steuern;

wobei die erste Prozessoreinrichtung eine erste Spannungssignal-Erzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines ersten Spannungssignals umfaßt, das eine Ausgangsspannung der Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung angibt;

wobei das erste Spannungssignal zu der zweiten Prozessoreinrichtung übertragen und gleichzeitig zu der Logikeinrichtung ausgegeben wird;

wobei die zweite Prozessoreinrichtung eine zweite Spannungssignal-Erzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines zweiten Spannungssignals umfaßt, das die an die zweite Prozessoreinrichtung gelieferte Ausgangsspannung der Konstantspannungs-Energieversorgungsschaltung angibt, sowie eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich des ersten Spannungssignals mit dem zweiten Spannungssignal, um dadurch ein Ausgangssignal zu erzeugen, wenn der Vergleich eine Koinzidenz zwischen dem ersten und dem zweiten Spannungssignal ergibt; und

wobei die Logikeinrichtung eine erste Logikprodukteinrichtung umfaßt, um ein Signal zur Freigabe der Energieversorgung von der Hauptenergieversorgungsquelle über die Motorenergieversorgungs-Steuerschaltung zu dem Elektromotor zu erzeugen, wenn ein Ausgangssignal der ersten Logikprodukteinrichtung eine logische Koinzidenz zwischen dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten ersten Spannungssignal und dem von der zweiten Prozessoreinrichtung gelieferten Ausgangssignal angibt.

18. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, bei welcher der Elektromotor von der Hauptenergieversorgungsquelle mit elektrischer Energie in Form eines Pulsstroms mit einem Tastverhältnis versorgt wird, das von einem Schaltkreis gesteuert wird, der seinerseits von einem Pulsweiten-Modulationssignal gesteuert wird, das von der Motorantriebs-Steuereinrichtung nach dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem Antriebsrichtungssignal erzeugt wird, wenn der Steuerbetrieb der Motorantriebs-Steuereinrichtung freigegeben ist.

19. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, bei welcher die Logikeinrichtung eine zweite Logikprodukteinrichtung zum Bestimmen eines Logikprodukts aus dem von der ersten Prozessoreinrichtung gelieferten Hilfsdrehmomentsignal und dem von der zweiten Prozessoreinrichtung gelieferten Ausgangssignal umfaßt, wobei das Ausgangssignal das Ergebnis des von der zweiten

Prozessoreinrichtung durchgeführten Vergleichs angibt;

wobei die zweite Logikprodukteinrichtung den Betrieb der Motorantriebs-Steuereinrichtung in Abhängigkeit von dem Logikprodukt freigibt, um dadurch den Betrieb der Motorantriebs-Steuerschaltung zu sperren, falls das Hilfsdrehmomentsignal und das Ausgangssignal nicht logisch übereinstimmen.

20. Steuervorrichtung für ein motorgetriebenes Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs, bei welcher das motorgetriebene Servolenksystem einen mit einer Hauptenergieversorgungsquelle verbundenen Elektromotor zum Erzeugen eines Hilfsdrehmoments umfaßt, um einen Fahrer bei der Handhabung eines Lenkrads des Kraftfahrzeugs zu unterstützen,

wobei die Steuervorrichtung aufweist:

eine Hauptprozessoreinrichtung und eine Nebenprozessoreinrichtung zur Bestimmung einer Antriebssteuerinformation für den Elektromotor, um dadurch das von dem Elektromotor erzeugte Hilfsdrehmoment auf der Grundlage der von außen gelieferten Fahrinformationen des Kraftfahrzeugs zu steuern, wobei die Haupt- und die Nebenprozessoreinrichtung zusammenwirken, um auf der Grundlage der Ergebnisse der arithmetischen Bestimmung gegenseitig das Auftreten eines Fehlerzustands in der Haupt- und der Nebenprozessoreinrichtung und den damit verbundenen Einrichtungen zu diagnostizieren; sowie

eine Motortreibereinrichtung, um auf der Grundlage der von der Hauptprozessoreinrichtung und der Nebenprozessoreinrichtung ausgegebenen Antriebssteuerinformationen Motorantriebssignale zum Antrieb des Elektromotors auszugeben; wobei die Hauptprozessoreinrichtung sowie die Nebenprozessoreinrichtung umfassen:

eine Signalsende-/Empfangseinrichtung, um zu ermöglichen, daß ein das Ergebnis der Fehlerzustandsdiagnose angegebendes Signal zwischen der Hauptprozessoreinrichtung und der Nebenprozessoreinrichtung übertragen wird; sowie eine Signalunterbrechungseinrichtung, um die Lieferung der Antriebssteuerinformationen von der Hauptprozessoreinrichtung oder alternativ von der Nebenprozessoreinrichtung zu der Motortreibereinrichtung zu unterbrechen, wenn das empfangene Diagnoseergebnis-Anzeigesignal das Auftreten eines Fehlerzustands in wenigstens der Hauptprozessoreinrichtung oder der Nebenprozessoreinrichtung angibt.

21. Steuervorrichtung nach Anspruch 20, ferner aufweisend:

eine Drehmomentsensoreinrichtung zum Erfassen eines von dem Fahrer auf das Lenkrad aufgetragenen Lenkdrehmoments; sowie

eine Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung zum Erfassen der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs;

wobei die Fahrinformationen durch die Ausgangssignale der Drehmomentsensoreinrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung gegebene Informationen umfassen.

22. Steuervorrichtung nach Anspruch 21, bei welcher die Antriebssteuerinformationen Motorantriebsstrom-Steuerinformationen zur Steuerung des an den Motor gelieferten elektrischen Stroms,

Motorantriebs-Richtungsinformationen, die eine Richtung angeben, in der der Motor gedreht werden soll, sowie Motorenergieversorgungs-Steuerinformationen zum Steuern der Energieversorgung des Motors umfassen.

23. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, bei welcher die Signalunterbrechungseinrichtung eine Logikprodukteinrichtung zur Bestimmung eines Logikprodukts zwischen den von der Hauptprozessoreinrichtung ausgegebenen Motorantriebsstrom-Steuerinformationen und den von dem Nebenprozessor erzeugten Motorantriebs-Richtungsinformationen auf der Grundlage der von der Hauptprozessoreinrichtung empfangenen Motorantriebs-Richtungsinformationen umfaßt; sowie eine zweite Logikprodukteinrichtung zum Bestimmen eines Logikprodukts zwischen den Motorenergieversorgungs-Steuerinformationen und den Motorenergieversorgungs-Steuerinformationen, die von der Nebenprozessoreinrichtung auf der Grundlage des von der Hauptprozessoreinrichtung übertragenen Motorenergieversorgungs-Steuersignals erzeugt werden.

24. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, bei welcher die Hauptprozessoreinrichtung umfaßt:

eine erste Arithmetikeinrichtung, um arithmetisch die Motorantriebsstrom-Steuerinformationen und die Motorantriebs-Richtungsinformationen auf der Grundlage eines von dem Ausgang der Drehmomentsensoreinrichtung ausgelesenen Lenkdrehmomentsignals sowie eines von dem Ausgang des Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensors ausgelesenen Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensorsignals zu bestimmen;

eine Signalübertragungseinrichtung, um wenigstens die Motorantriebs-Richtungsinformationen an die zweite Prozessoreinrichtung zu senden; sowie

eine erste Speichereinrichtung zum Speichern der Motorantriebs-Richtungsinformationen und der Motorantriebs-Strominformationen;

wobei die zweite Prozessoreinrichtung umfaßt:

eine zweite Arithmetikeinrichtung, um auf der Grundlage des Lenkdrehmomentsignals arithmetisch zweite Motorantriebs-Richtungsinformationen zu bestimmen;

eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich der von der zweiten Arithmetikeinrichtung bestimmten Motorantriebs-Richtungsinformationen mit den von der Hauptprozessoreinrichtung empfangenen Motorantriebs-Richtungsinformationen;

eine zweite Diagnoseeinrichtung, um auf der Grundlage des Vergleichs zu entscheiden, ob ein Fehlerzustand in der Hauptprozessoreinrichtung und den damit verbundenen Einrichtungen auftritt, um dadurch das Diagnoseergebnis-Anzeigesignal zu erzeugen, das das Auftreten eines Fehlerzustands angibt, wenn die Entscheidung positiv ausfällt;

wobei die Signalunterbrechungseinrichtung der Nebenprozessoreinrichtung in Reaktion auf das Auftreten eines Fehlerzustands angegebene Diagnoseergebnissignal aktiviert wird; und wobei das Diagnoseergebnissignal über die Signalsende-/Empfangseinrichtung zu der ersten Prozessoreinrichtung übertragen wird.

25. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche

20 bis 24, bei welcher die Hauptprozessoreinrichtung ferner umfaßt:

eine erste Diagnoseeinrichtung, die auf das von der zweiten Prozesseereinrichtung empfangene Diagnoseergebnissignal reagiert, um dadurch auf der Grundlage der in dem Speicher gespeicherten Motorantriebsstrom-Steuerinformationen und der Motorantriebs-Richtungsinformationen sowie, nach dem Empfang des Diagnoseergebnissignals, der entsprechenden, auf der Grundlage des von den Ausgängen der Lenkdrehmomentsensoreinrichtung bzw. der Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensoreinrichtung ausgelesenen Lenkdrehmomentsignals und des Fahrzeuggeschwindigkeitssignals arithmetisch bestimmten Informationen zu entscheiden, ob in dem Hauptprozessor und/oder den diesem zugeordneten Einrichtungen ein Fehlerzustand auftritt; sowie

eine erste Sperreinrichtung, um den Betrieb der Motortreibereinrichtung zu sperren, wenn von der ersten Diagnoseeinrichtung das Auftreten eines Fehlerzustands entschieden ist.

26. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, bei welcher die Hauptprozessoreinrichtung ferner umfaßt:

eine Entscheidungseinrichtung, um zu entscheiden, daß in der Nebenprozessoreinrichtung und/oder den dieser zugeordneten Einrichtungen ein Fehlerzustand auftritt, wenn das Ergebnis der von der ersten Diagnoseeinrichtung getroffenen Entscheidung zeigt, daß in der Hauptprozessoreinrichtung und/oder den in Zuordnung zu der Hauptprozessoreinrichtung vorgesehenen Einrichtungen kein Fehlerzustand auftritt; sowie

eine Einrichtung zum Sperren der Übertragung der Antriebssteuerinformationen zu der Nebenprozessoreinrichtung.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

40

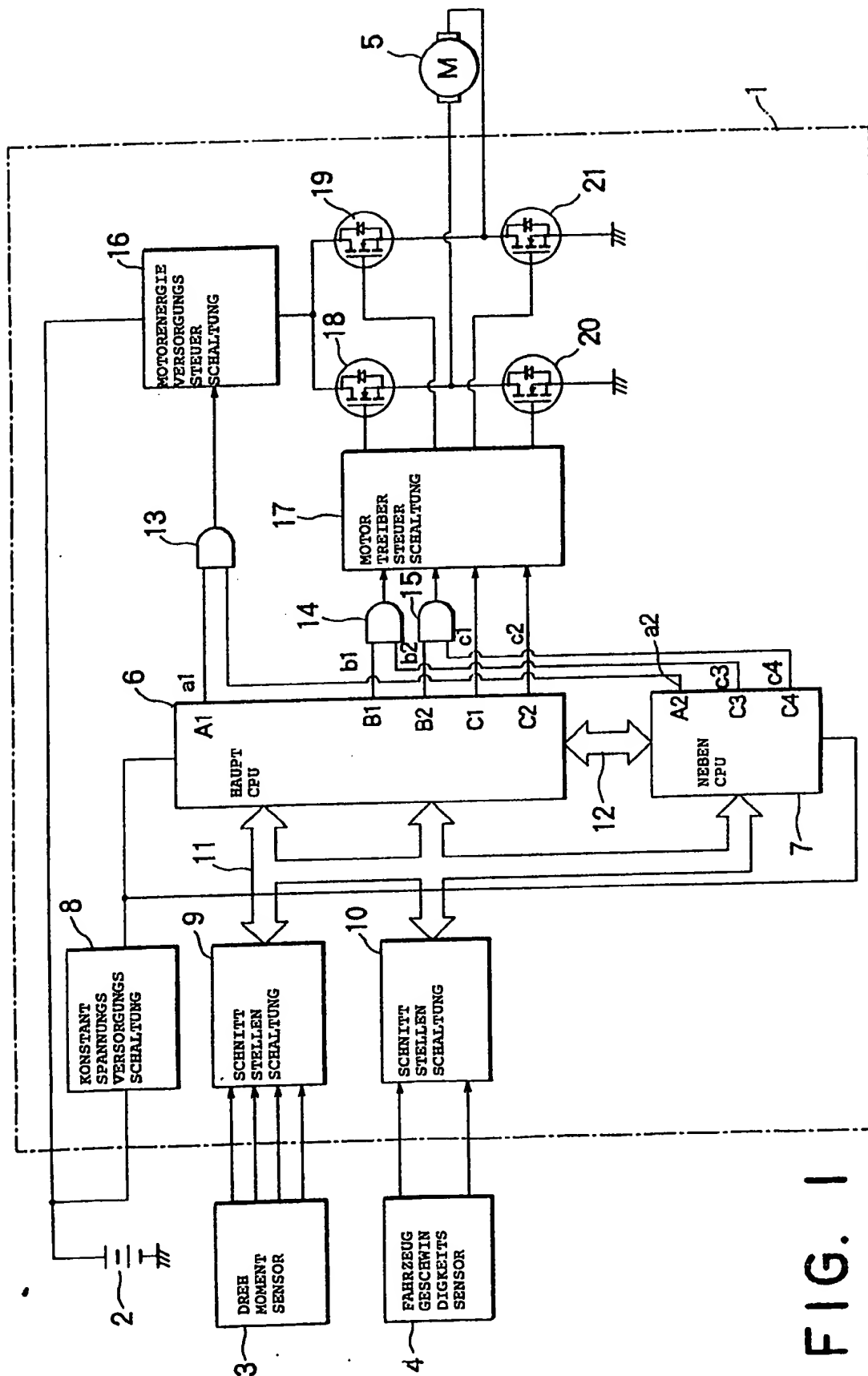
45

50

55

60

65



— 6 —

FIG. 2

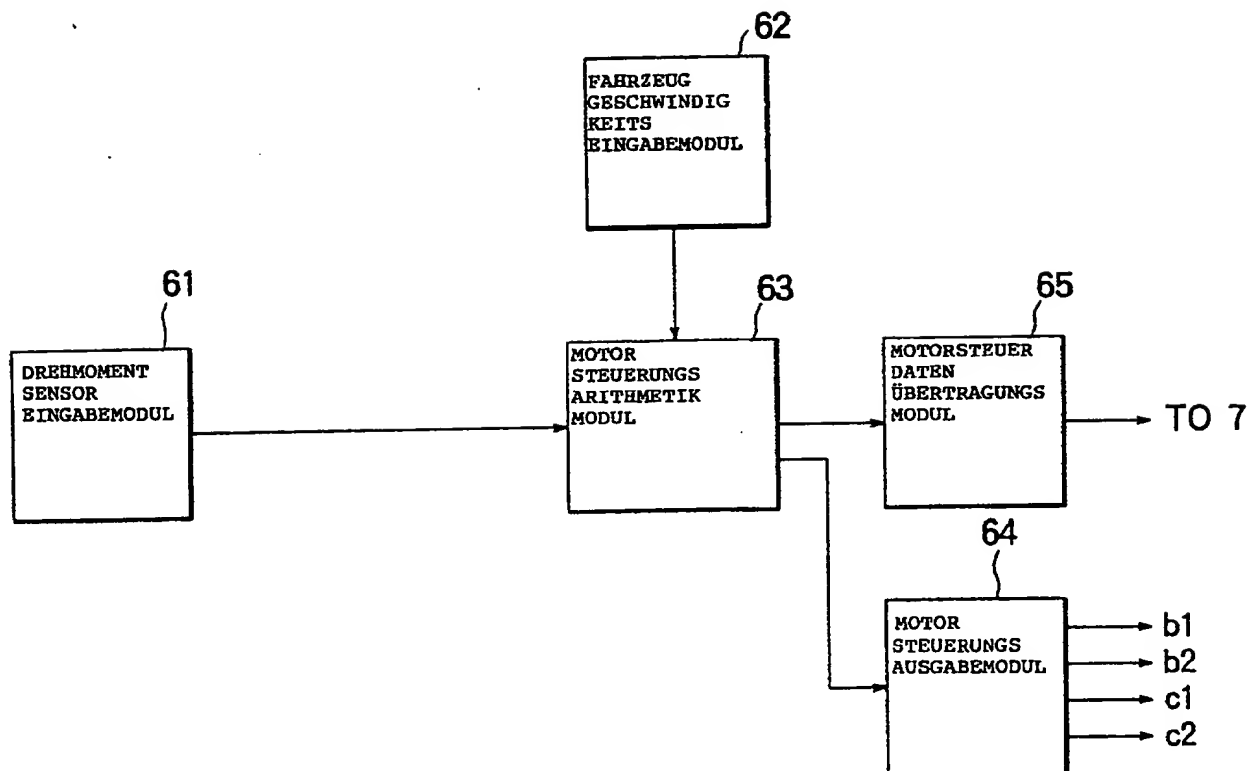


FIG. 3

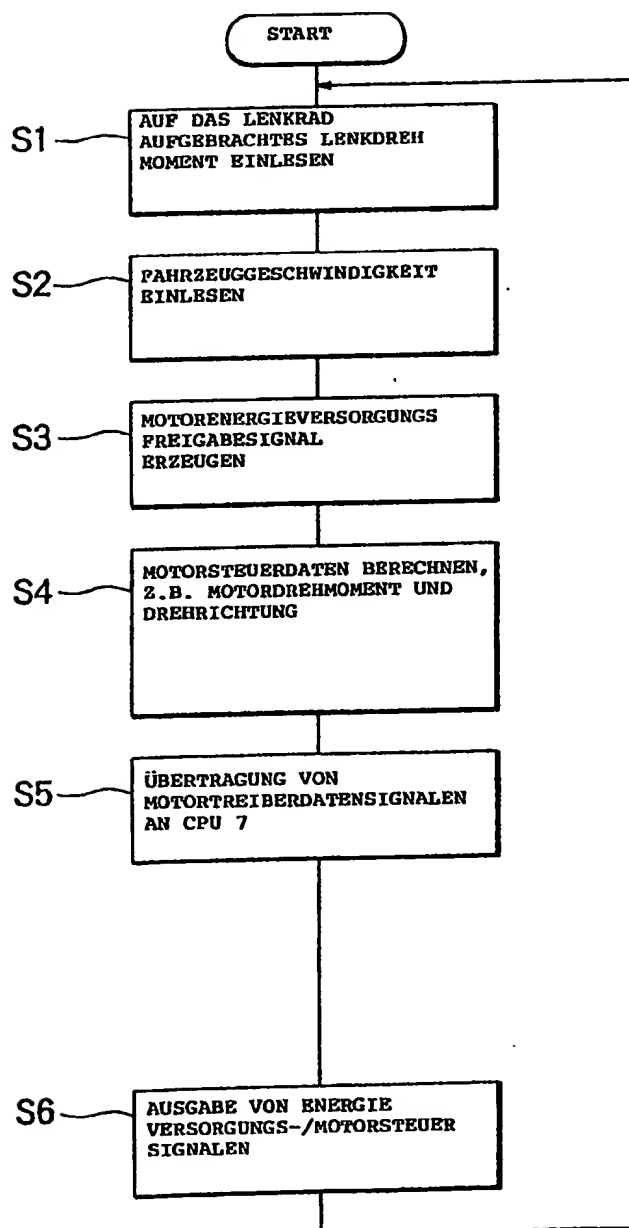
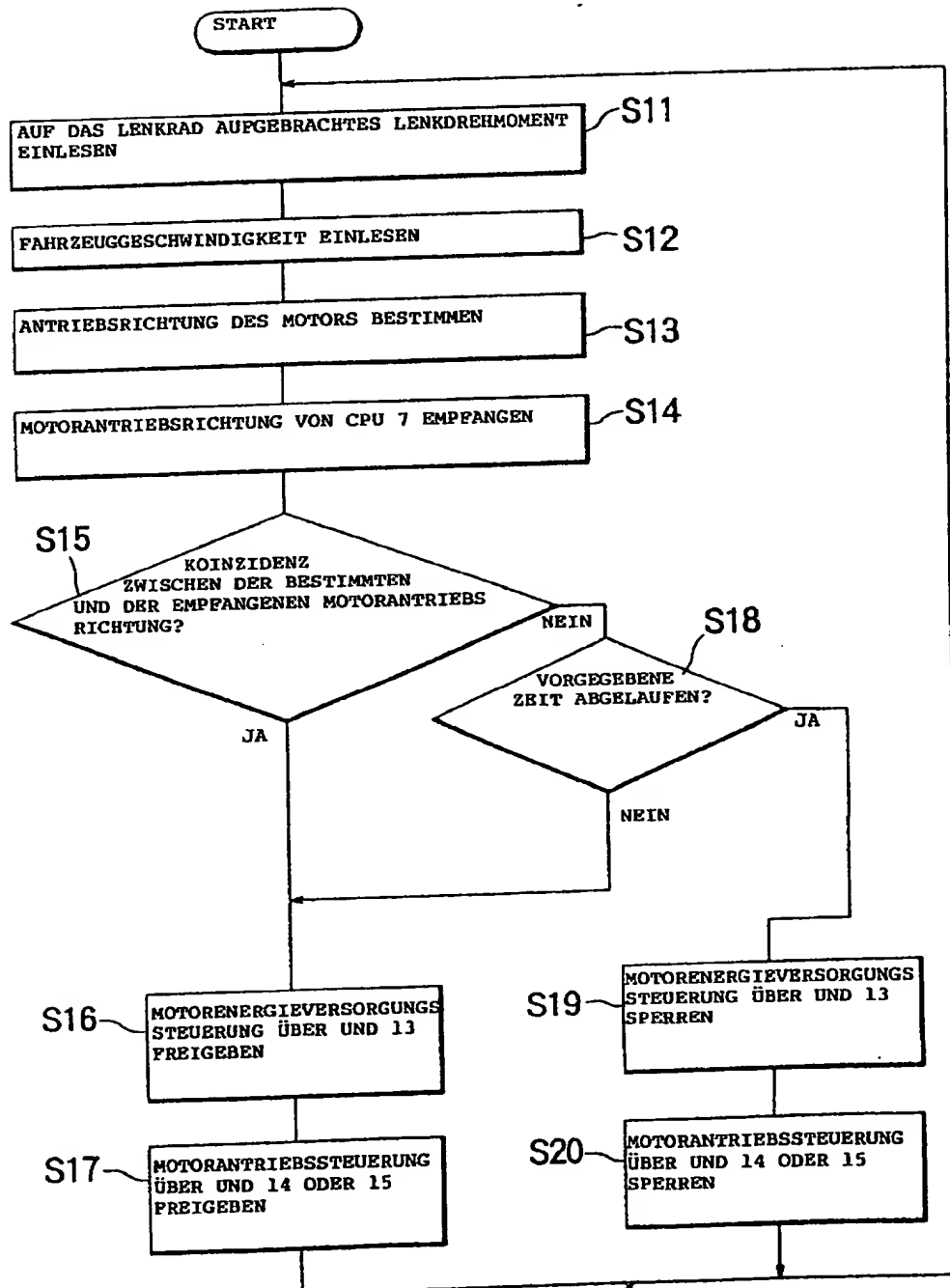




FIG. 4



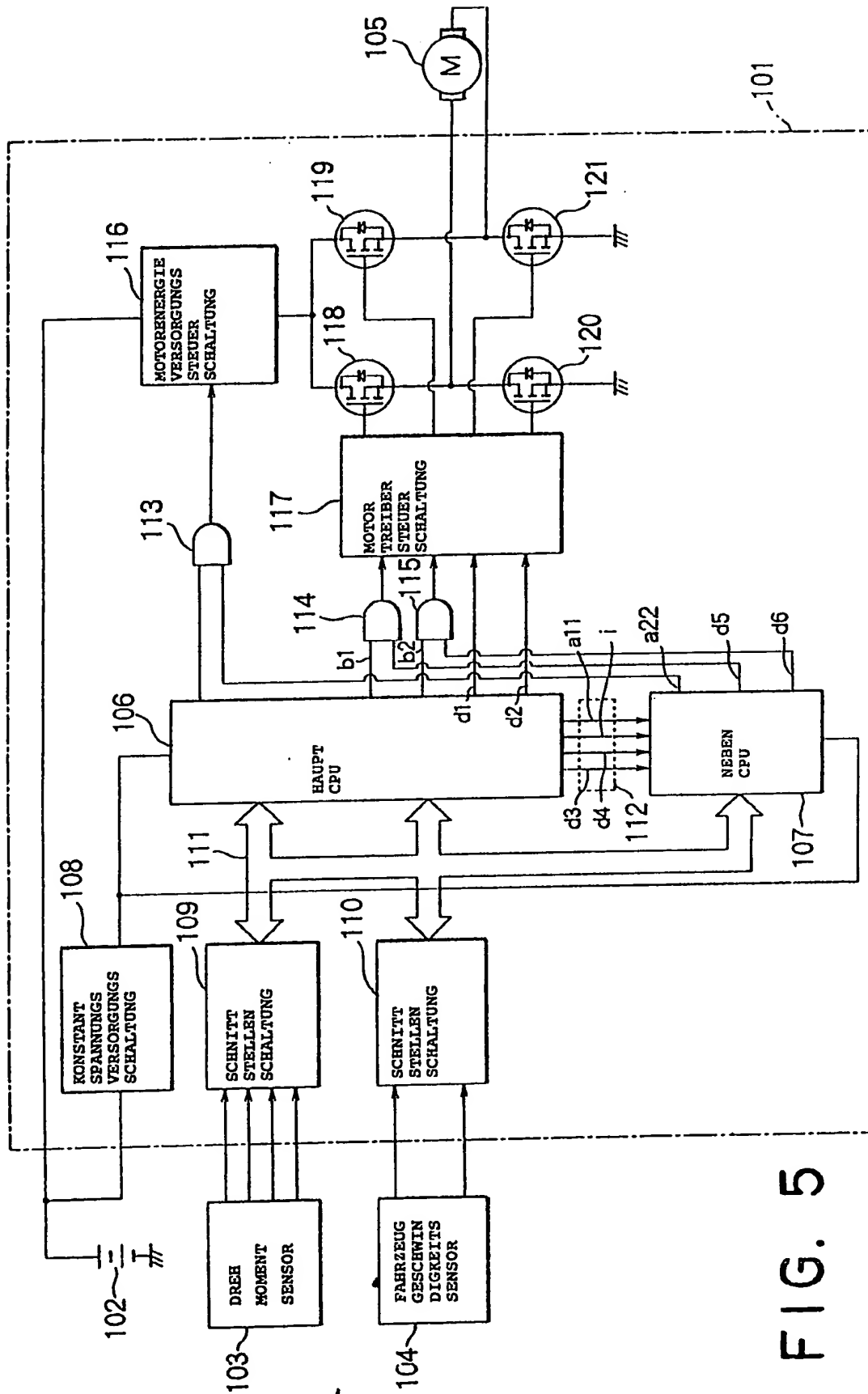


FIG. 6

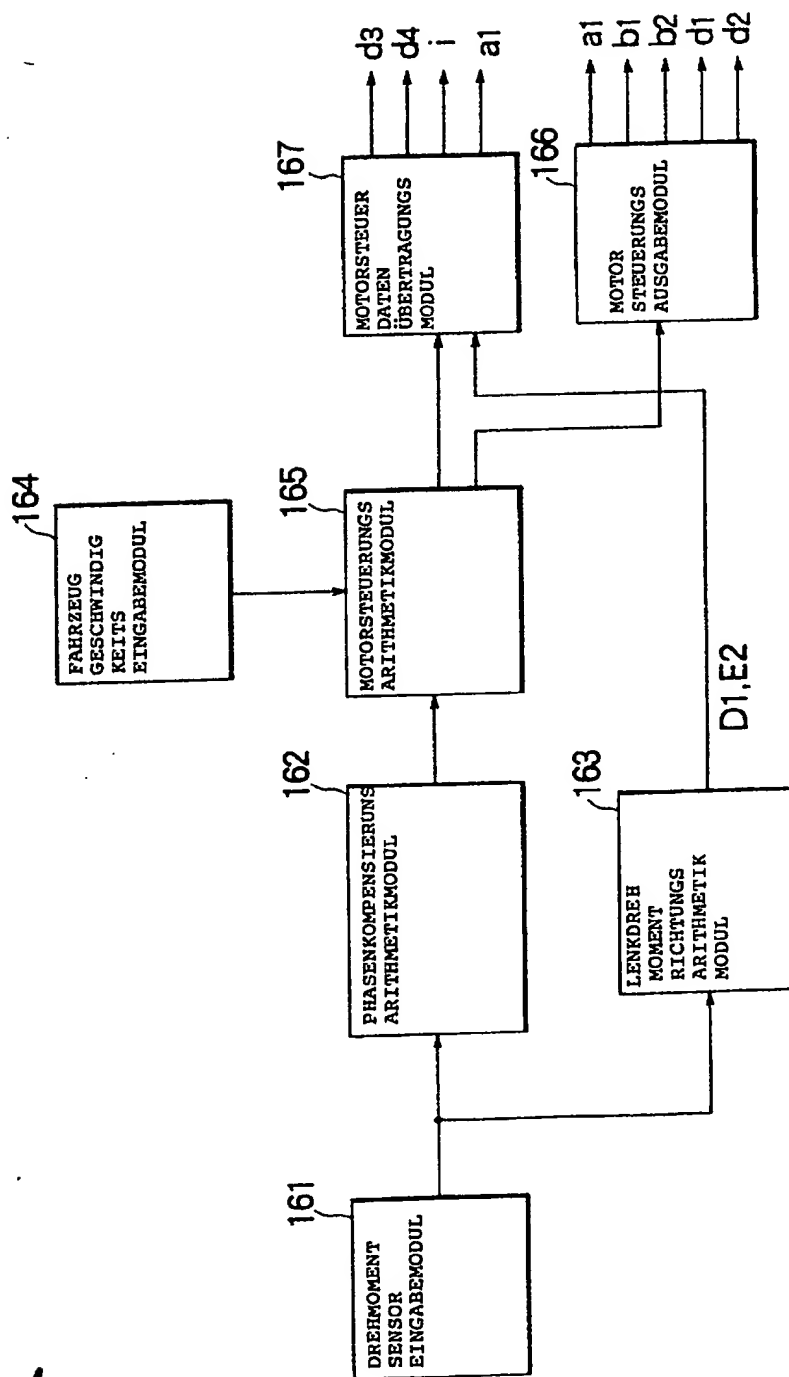


FIG. 7

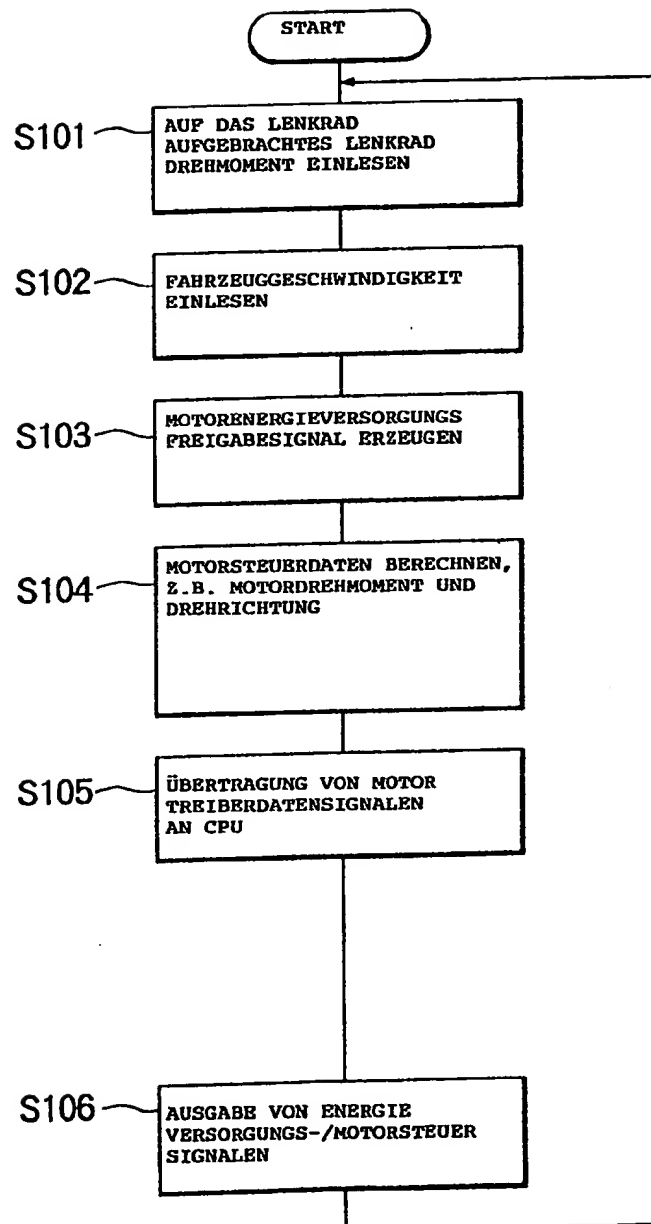


FIG. 8

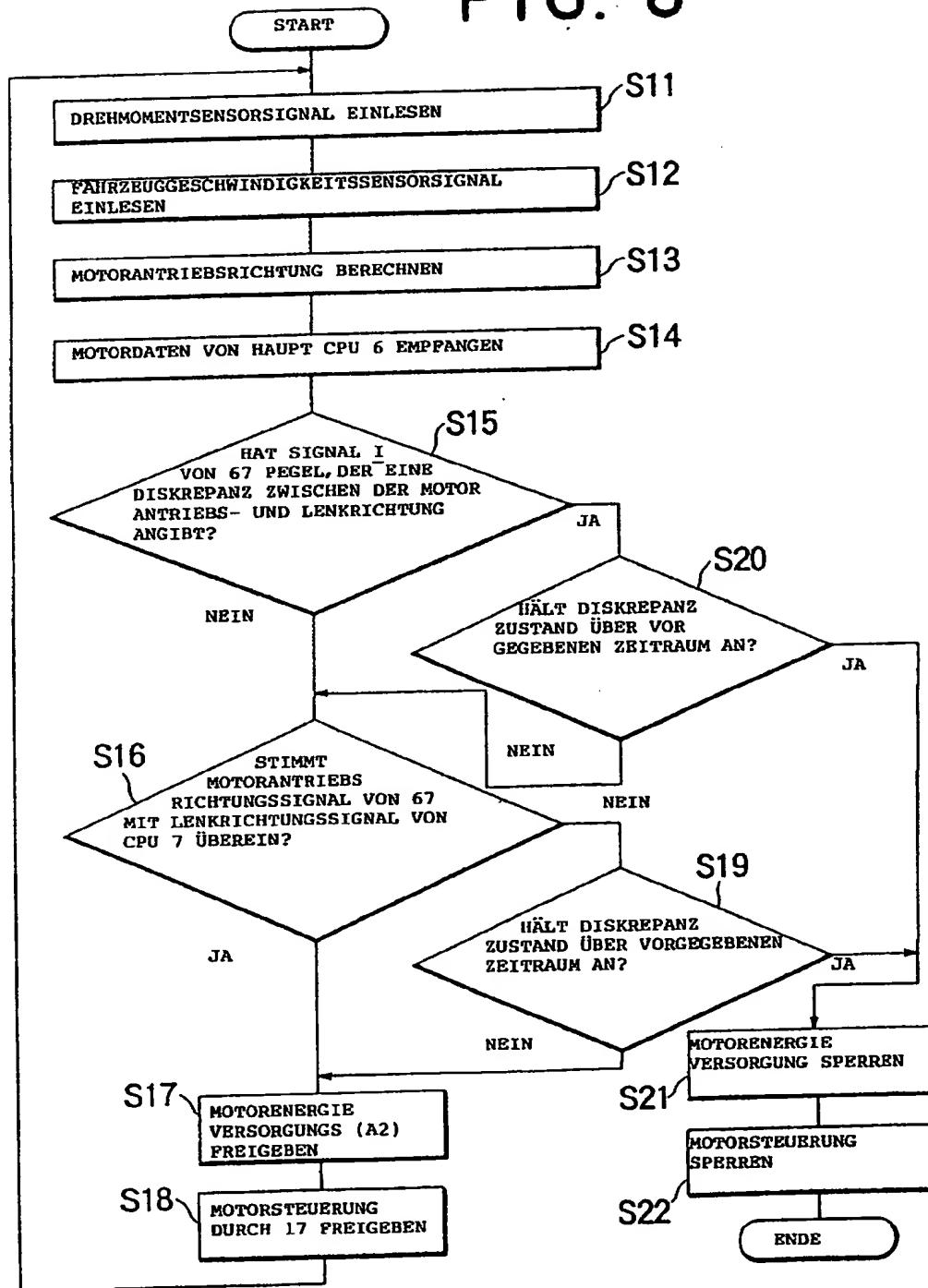


FIG. 9

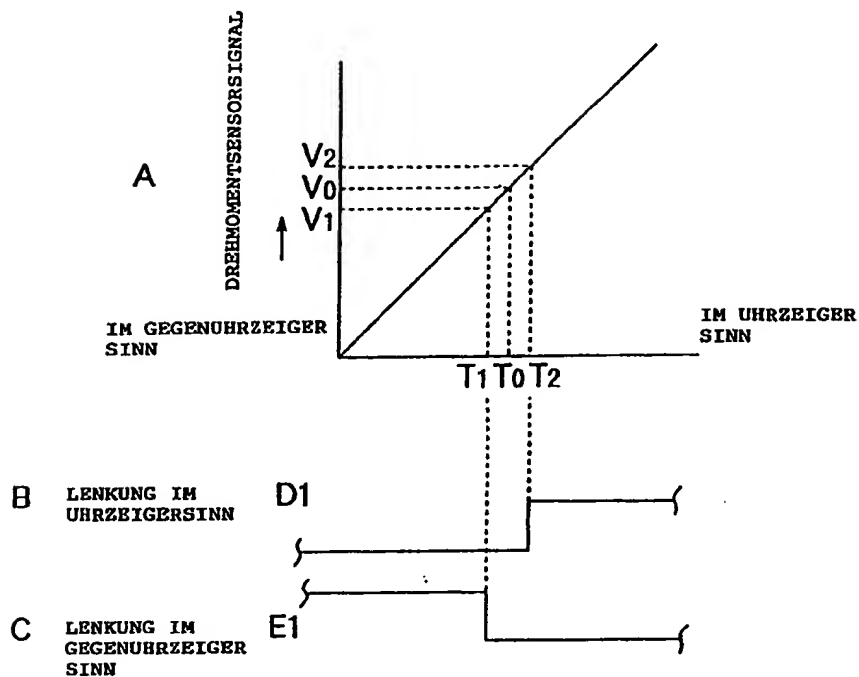
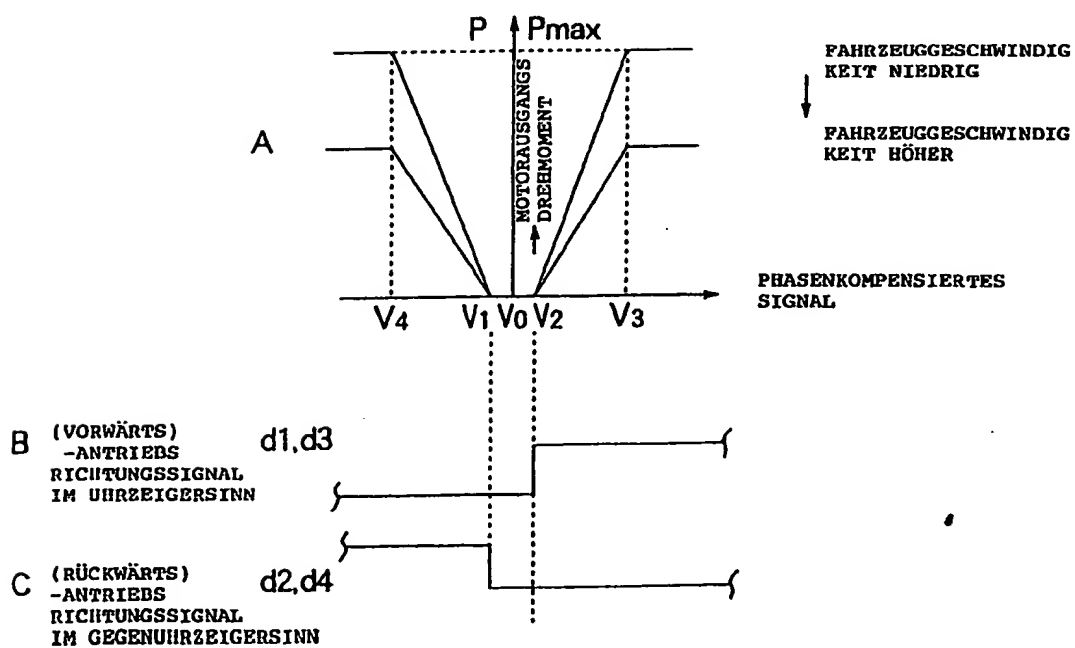
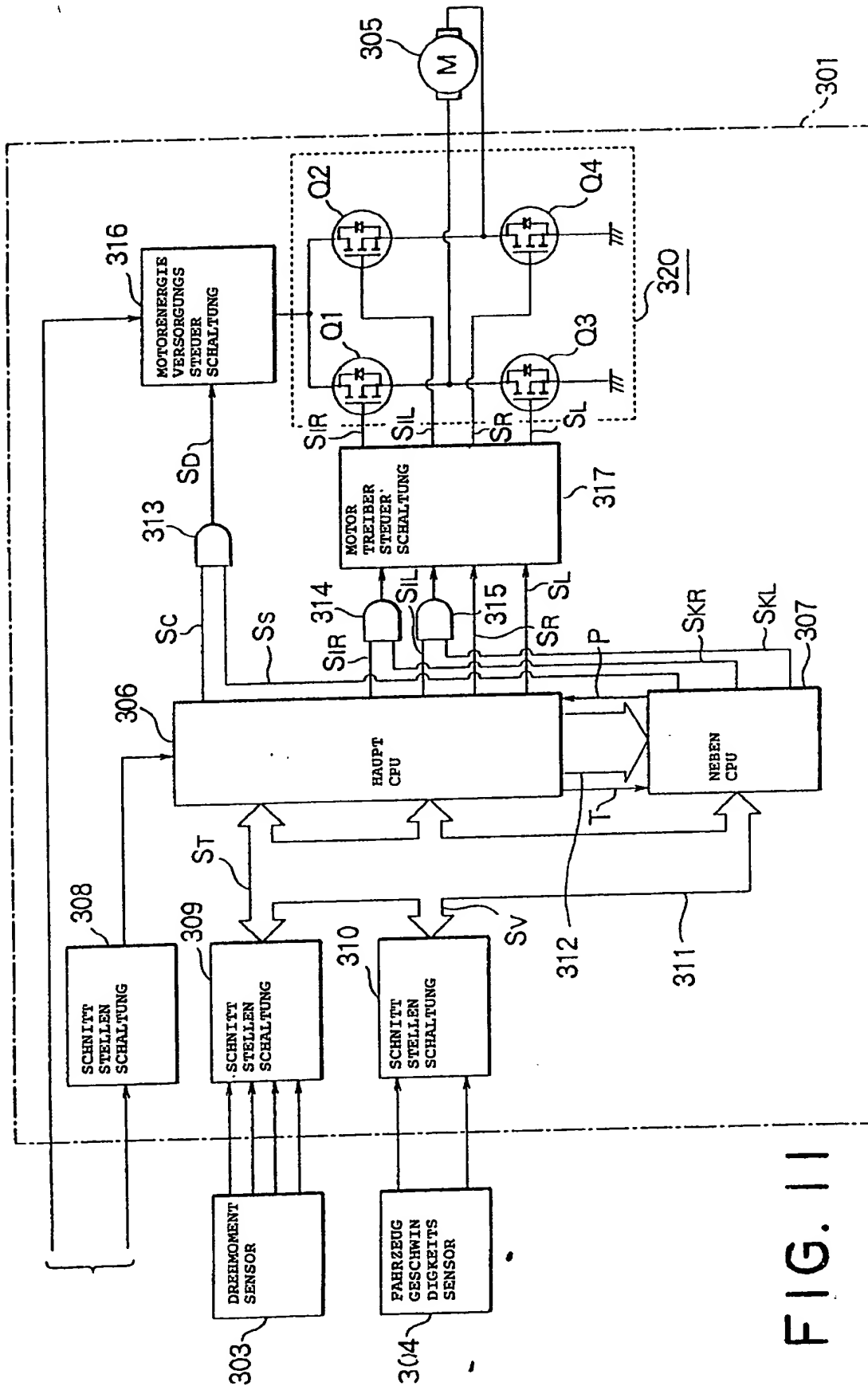


FIG. 10







二  
一  
〇  
一  
二

FIG. 12

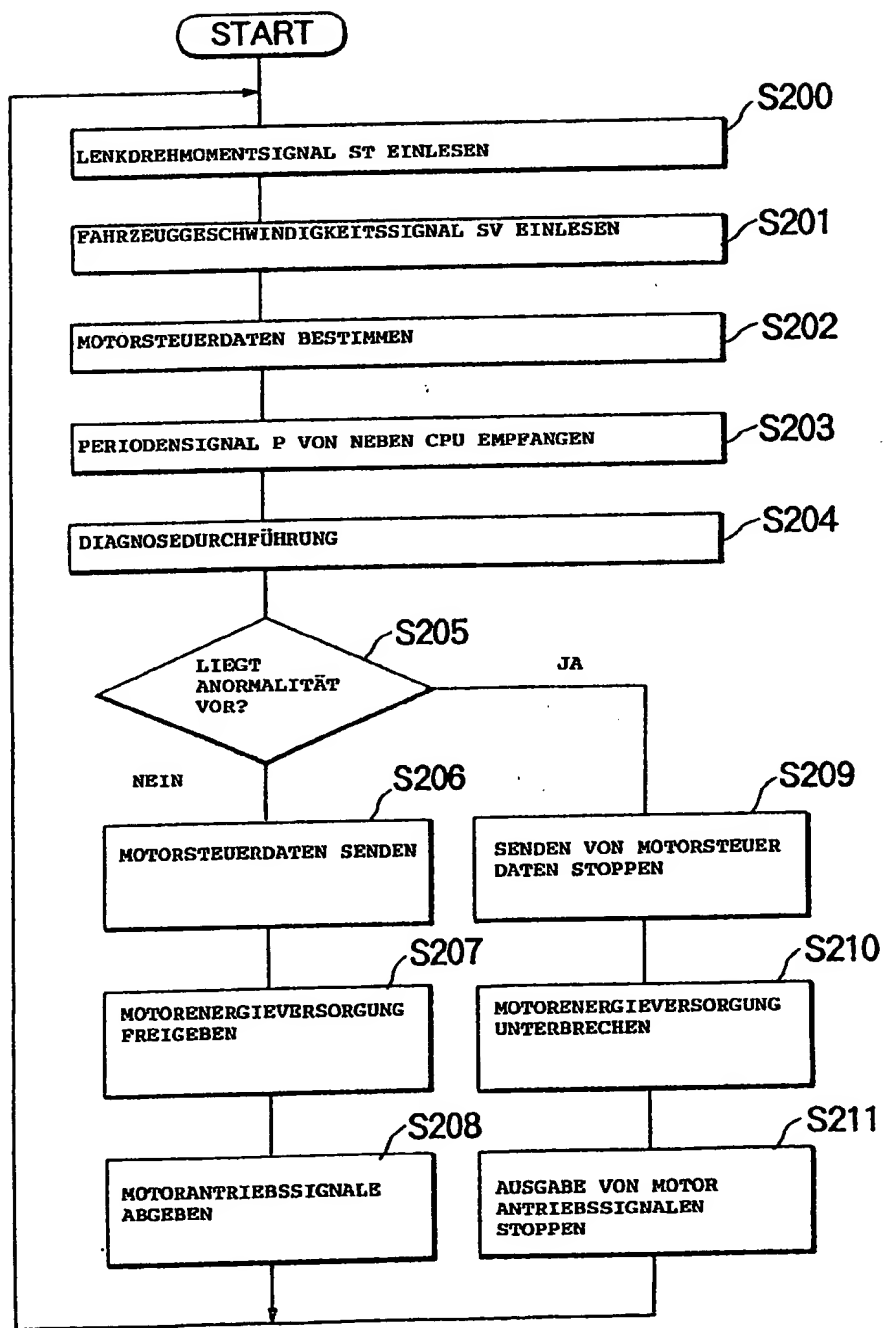
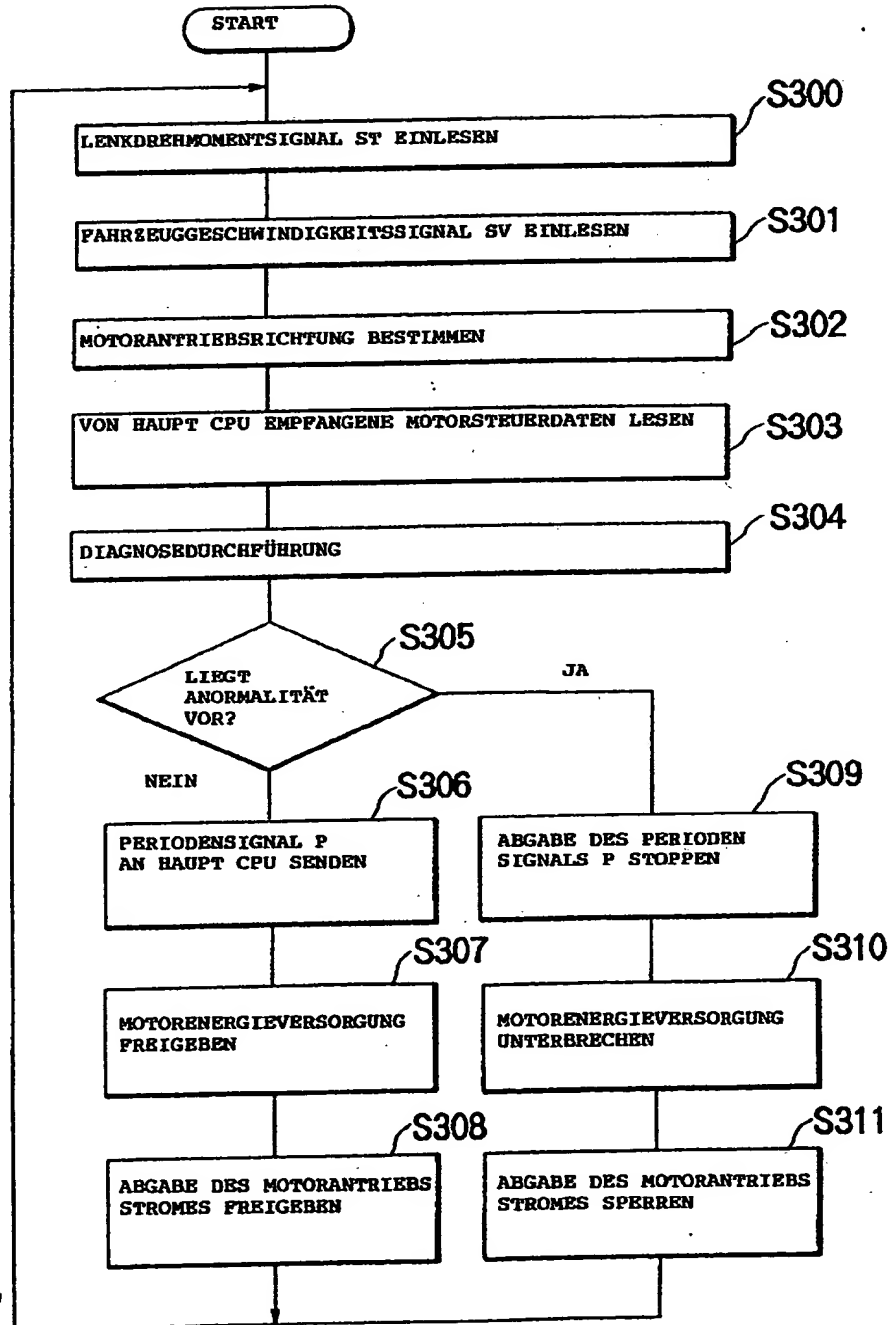


FIG. 13



BEST AVAILABLE COPY